UNIVERSITATEA DE ŞTIINŢE AGRONOMICE ŞI MEDICINĂ VETERINARĂ
BUCUREŞTI

Conf. univ. dr. Florin AIOANEI
Asist. univ. dr. Mala-Maria STAVRESCU-BEDIVAN

ZOOLOGIA NEVERTEBRATELOR

MANUAL UNIVERSITAR



Bioflux, Cluj-Napoca, 2011

ISBN 978-606-8191-09-6

Foto copertă:

Stavrescu-Bedivan Mala-Maria
Cochlodina laminata Montagu, 1803 din Predeluț-Bran (județul Brașov),
iulie 2009

Refereți științifici:

Prof. univ. dr. Petruța Cornea, U.S.A.M.V. București
Şef lucr. univ. dr. Emilia Brîndușa Şchiopu,U.S.A.M.V. București

Editura Bioflux, acreditată CNCSIS 2008-2012

CUPRINS

INTRODUCERE

Zoologia nevertebratelor, ramură importantă a biologiei, are drept obiect de studiu organismele animale eucariote lipsite de coloană vertebrală; acestă disciplină se axează pe analiza formei, structurii, funcțiiilor şi modului de viață a nevertebratelor, totodată oferind răspunsuri legate de dinamica diferitelor populații, interrelațiile cu alte viețuitoare, importanța teoretică şi practică, în special în viața omului.

Prezentul *Manual* este un curs universitar adresat, conform programei de învățământ, studenților de la secția de Biologie a Facultății de Agricultură din cadrul Universității de Ştiințe Agronomice şi Medicină Veterinară Bucureşti, fiind în acelaşi timp util tuturor studenților şi cadrelor didactice cu profil biologic şi nu mai puțin celor cu profil agronomic. Urmărind marea diversitate a lumii nevertebratelor, cartea este structurată în două mari părți şi anume: *Regnul Protista* (include Subregnul Protozoa) şi *Regnul Animalia* (include Subregnul Metazoa), fiecare cuprinzând mai multe filumuri (încrengături); acestea la rândul lor grupează, după caz: clase, familii, genuri, specii. Aşadar, manualul ierarhizează taxonomic universul fascinant al animalelor nevertebrate.

Metazoarele au fost împărțite în două diviziuni: Didermica (Diploblastica) Radiata şi Tridermica (Triploblastica), cea din urmă reunind trei categorii: Acelomate, Pseudocelomate şi Eucelomate, în funcție de absența sau prezența cavității corpului (celom).

Autorii

CAPITOLUL 1
SUBREGNUL PROTOZOA

OBIECTIVE:

- prezentarea caracterelor generale ale protozoarelor;
- descrierea pricipalelor grupe taxonomice ale protozoarelor, cu referire la: morfologia externă, organizare internă, reproducere şi dezvoltare, ecologie, clasificare, relații filogenetice.

CUVINTE CHEIE:

- eucariote unicelulare
- energidă (nucleu)
- funcțiile organismului
- organite celulare (comune şi specifice)
- organite de mişcare
- cicluri evolutive

Protozoarele fac parte din regnul Protista. Protistele reunesc aproximativ 30 de filumuri, care sunt atât de diverse încât definiția regnului este dată prin eliminare: *protistele nu sunt plante pentru că nu se dezvoltă dintr-un embrion*

ca acestea din urmă; nu sunt animale pentru că nu se dezvoltă dintr-o blastulă şi nu sunt fungi pentru că nu se dezvoltă din spori.

Filumurile acestui regn reunesc alge, diferite grupe de mucegaiuri şi protozoare, acestea din urmă făcând obiectul zoologiei nevertebratelor.

Organizarea celulară. Protozoarele reprezintă primele organisme animale apărute pe scara evoluției. Din punct de vedere structural toate protozoarele sunt organisme eucariote unicelulare.

Celula vie (fig. 1) reprezintă un sistem biologic. Prin sistem biologic se înțelege un ansamblu de componente interconectate într-o formațiune complexă, relativ stabilă, formațiune care se comportă ca un întreg, cu proprietăți şi funcții distincte calitativ şi cantitativ de proprietățile elementelor componente. Există sisteme lipsite de viață (nebiologice), precum particule subatomice, atomi, molecule şi sisteme dotate cu viață (biologice) cum ar fi celulele, țesuturile, organele, organismul, populația, biocenoza şi biosfera.

Celula reprezintă primul sistem biologic care manifestă cea mai importantă caracteristică a materiei vii: capacitatea de autoreproducere.

Celula, ca sistem, prezintă următoarele caracteristici: reprezintă un sistem deschis, întrucât prezintă în permanență schimburi energetice şi materiale cu mediul extracelular; are caracter istoric, apărând la un anumit moment al evoluției materiei vii şi putând să dispară, atunci când materia vie îşi va produce o altă formă mai eficientă de organizare decât celula; are caracter informațional, întrucât recepționează, acumulează, prelucrează şi transmite

informații prin intermediul codului genetic; prezintă trei categorii de programe, legate de capacitățile sale morfo-funcționale: programe „pentru sine”, ce asigură autoconservarea celulei; programe ale sistemelor componente, aşa cum sunt programele organitelor componente sau ale complexelor moleculare; programe superioare, care asigură existența sistemelor superioare (țesuturi, organe, organism); manifestă echilibru dinamic, pendulând continuu față de o stare morfo-funcțională optimă, stabilă; este capabilă de autoreglare sau „feedback”, proces prin care își controlează procesele interne, în funcție de relațiile cu mediul extracelular prin mecanisme de tip cibernetic; prezintă heterogenitate internă, însuşire de a fi alcătuită din elemente componente mai mult sau mai puțin diferite (ribozomi, mitocondrii, microtubuli, microfilamente etc.).

Celula protozoarelor este constituită din citoplasmă, membrană plasmatică, unul sau mai mulți nuclei precum şi din constituenți plasmatici şi paraplasmatici.

Citoplasma este alcătuită din două componente: citosol şi citoschelet.

Constituenții morfo-funcționali ai membranei plasmatice sunt reprezentați de glicocalix, plasmalemă şi citoscheletul membranei. Principalele funcții ale membranei celulare constau în delimitarea morfologică şi funcțională a celulei (conferindu-i acesteia individualitate), asigurarea transportului transmembranar de substanțe şi medierea interacțiunilor celulei cu alte celule sau cu componentele moleculare ale matricei extracelulare.

Nucleul reprezintă constituientul esențial al celulelor eucariote, fără de care existența lor ar fi compromisă. Nucleul este constituit dintr-o membrană nucleară poroasă ce permite schimburi nucleoplasmatice, o matrice internă (cromatina) şi unul sau mai mulți nucleoli. El există în toate celulele eucariote (mai puțin în eritrocitele vertebratelor superioare, unde este eliminat prin exocitoză în cursul eritropoezei). Unele protozoare sunt monoenergide având doar un singur nucleu, altele, pot fi polienergide homo- sau heterocariote (cu doi sau mai mulți nuclei identici, respectiv diferiți şi care sunt diferențiați în macro- şi micronuclei).

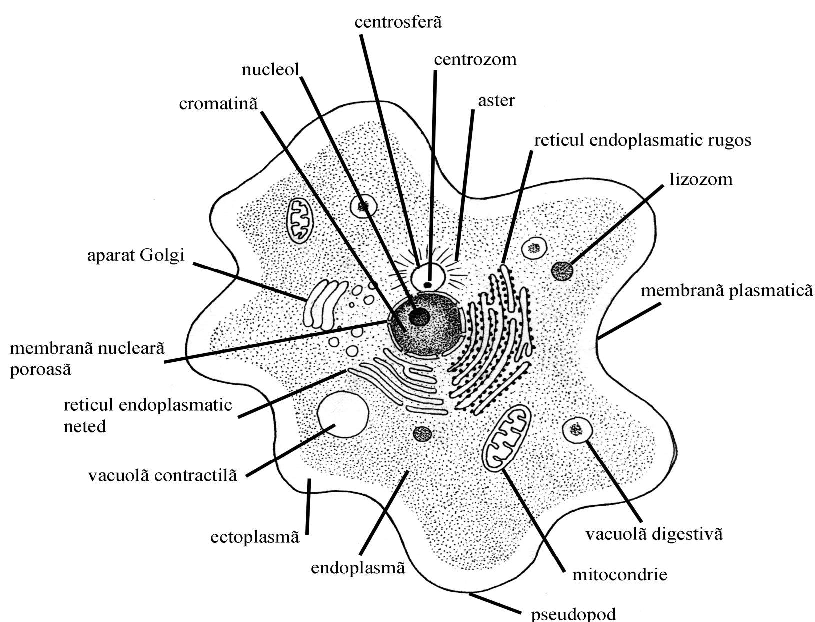


Fig. 1. Celula vie – organizare (din Aioanei, 2003)

Membrii filumurilor Sarcomastigophora, Apicomplexa, Microspora şi Myxospora au unul sau mai mulți nuclei de acelaşi tip, în timp ce cei ai Ciliophorelor au în general două tipuri de nuclei. Macronucleul coordonează funcțiile vegetative ale celulei în timp ce micronucleul este implicat în reproducere.

Până în prezent, din punct de vedere structural, s-au descris două tipuri de nuclei: nucleul vezicular şi nucleul compact. Nucleul vezicular are o membrană delicată sub care cromatina este fluidă; este caracteristic sarcodinelor şi mastigoforelor. Nucleul compact conține o cromatină compactă, uniform repartizată iar membrana nucleară este mai puțin vizibilă; sunt în general de dimensiuni mai mari şi de forme variate (halteră, moniliform, dendritic, filamentos etc.). Aşa este nucleul dinoflagelatelor precum şi macronucleul ciliatelor şi suctorilor.

Nucleolul existent în toți nucleii celulelor eucariote poate fi unic sau multiplu şi nu este delimitat prin membrane de restul nucleului. Până în prezent, nucleolul pare a îndeplini următoarele funcții: sinteza de acid ribonucleic ribozomal (ARNr); formarea precursorilor ribozomali prin ataşarea de ARNr sintetizat în nucleol a proteinelor ribozomale provenite din citoplasmă; maturarea şi stocarea precursorilor ribozomali înainte ca aceştia să fie exportați prin porii nucleului către citoplasmă, unde se definitivează maturarea lor, devenind ribozomi capabili de sinteză proteică; pregătirea mitozei prin tranzitarea ARNm şi ARNt spre citoplasmă. Prin aceste roluri nucleolul se constituie ca o componentă indispensabilă pentru funcționarea celulei.

Constituenții plasmatici sunt autoreproductibili, fiind reprezentați de către reticulul endoplasmatic, mitocondrii, aparat Golgi, ribozomi, lizozomi, centrozom, etc.

Citoplasma majorității protozoarelor conține una sau mai multe vacuole care apar ca vezicule sferice, plutind printre granulele citoplasmatice. Din punct de vedere fiziologic, sunt diferențiate în vacuole contractile sau pulsatile şi vacuole digestive. Vacuola contractilă funcționează ca organit osmoreglator pe când cea digestivă reprezintă sediul digestiei particulelor nutritive.

Constituenții paraplasmatici nu sunt autoreproductibili şi sunt reprezentați de învelişurile de protecție, țesturile, mucopolizaharidele, substanțele de rezervă. Ei sunt rezultatul metabolismului şi sunt specifici diferitelor unități taxonomice.

Organite de protecție pot fi permanente (*trichociştii, trichitele, nematociştii*, *capsulele polare* etc.) şi temporare (*chişti*, care pot fi de înmulțire, de nutriție, de propagare, sau de protecție); după natura lor sunt euplasmatice şi aloplasmatice (paraplasmatice), ultimele rămânând după diviziune la una dintre celulele fiice; cele euplasmatice se lizează şi apoi se refac.

Funcțiile protozoarelor se împart în trei mari categorii: de relație, de nutriție şi de reproducere.

Funcțiile de relație sunt reprezentate de locomoție, sensibilitate şi excitabilitate.

Locomoția se realizează prin intermediul organitelor de mişcare ce pot fi reprezentate de flageli, pseudopode, cili sau derivatele lor: membrane ondulante, cirri etc.

Flagelii reprezintă formațiuni permanente caracteristice flagelatelor dar şi rizopodelor. Ei posedă la bază un granul bazal care este un derivat centrozomal. Numărul flagelilor variază de la 1-2-4 până la foarte mulți (hipermastigide). Uneori flagelul merge în lungul celulei dând naştere la membrane ondulante care sunt expansiuni citoplasmatice plane, subțiri, asemănătoare unor valuri ce se ondulează, deplasând corpul unicelular.

Cilii reprezintă organite de mişcare caracteristice ciliatelor şi sunt ca şi flagelii, formațiuni filiforme permanente ale ectoplasmei. Ei sunt mai scurți şi în număr foarte mare, structura lor submicroscopică fiind asemănătoare cu cea a flagelilor. Din fuziunea lor rezultă membrane ondulante, membranele, cirri. Dispoziția lor caracterizează diferite ordine ale ciliatelor.

Pseudopodele sunt organite de mişcare caracteristice sarcodinelor dar pot exista şi la unele flagelate. Ele reprezintă expansiuni temporare ale protoplasmei, cu formă şi structură care diferă de la un ordin la altul.

Sensibilitatea. Cilii tactili şi flagelul au şi funcție tactilă. Rol în perceperea luminii au şi: s*tigma* flagelatelor autotrofe, care reprezintă o acumulare de pigment carotinoid, sau *ocelul celular* (*Erythropsis*).

La ciliate, în citoplasmă, există cristale cu rol în perceperea gravitației (*Paramecium*) sau *vacuole cu concreții* (la ciliatele aparținând familiei Butschliidae, care parazitează în tractusul intestinal al mamiferelor sau la cele

care fac parte din familia Paraisotrichidae şi care sunt endoparazite în cecumul şi colonul cailor).

Vacuolele cu concreții sunt structuri extrem de specializate, care sunt situate în treimea anterioară a corpului unicelular, fiind alcătuite dintr-o bonetă peliculară, un perete vacuolar permanent, concreții granulare şi două sisteme fibrilare (fibrile ale peretelui şi fibrile centripete).

Excitabilitatea. Protozoarele reacționează la diferiți stimuli prin întreaga lor citoplasmă. Excitația produsă într-un punct oarecare al corpului se poate transmite difuz prin citoplasmă, sau prin organite specializate cum sunt: *rețeaua argentofilă* a flagelatelor şi ciliatelor, de natură ectoplasmatică şi *aparatul neuromotor* al ciliatelor, de natură endoplasmatică.

Protozoarele fixate reacționează față de excitanți prin mişcări numite *tropisme* (poziții orientate). Formele libere prezintă *taxii* sau mişcări orientate. Atât tropismele cât şi taxiile pot fi pozitive sau negative şi sunt denumite după natura excitantului care le produce (galvanotropism/galvanotactism, fototropism/fototactism etc).

Nutriția protozoarelor poate fi holofitică (autotrofă) sau holozoică (heterotrofă), aceasta din urmă realizându-se prin: osmoză, fagocitoză sau pinocitoză. Unele protozoare sunt mixotrofe, ocupând o poziție intermediară între plante şi animale. Protozoarele mixotrofe pierd la întuneric capacitatea de fotosinteză, hrănindu-se cu bacterii şi substanțe organice. La protozoarele autotrofe pigmentul asimilator se găseşte în plaste verzi (cloroplaste), galbene (cromoplaste), sau incolore (leucoplaste).

Nutriția saprofagă implică existența unui flux prin membrana plasmatică. Protozoarele saprozoice sau saprofitice se hrănesc prin osmoză cu molecule organice mari.

Excreția se realizează prin vacuola contractilă sau pulsatilă, care are şi rol osmoregulator, menținând echilibrul osmotic al mediului intern al animalului. Ea este prezentă la protozoarele libere dar lipseşte la protozoarele endoparazite şi la unele marine. Vacuola contractilă este formată dintr-o veziculă sferică - vacuola contractilă propriu-zisă care este înconjurată de un ansamblu de mici vezicule sau tubuli care poartă numele de *spongiom*. Spongiomul colectează apa din celulă, care apoi este deversată în vacuola contractilă. Aceasta din urmă elimină fluidul în mediul extern printr-un por permanent sau temporar. În activitatea vacuolei pulsatile se disting două faze: de umplere (diastolă) şi de golire (sistolă). Când există două vacuole, ele funcționează alternativ. Ritmul contracțiilor variază cu temperatura şi concentrația mediului extern acesta scăzând pe măsura creşterii concentrației în săruri, devenind nule într-un mediu izotonic cu al animalului. Cantitatea de apă eliminată prin vacuola contractilă este mare: în circa 21 de minute un *Paramecium* elimină un volum de apă egal cu al corpului său.

Structura vacuolei contractile variază cu grupul taxonomic (fig. 2).

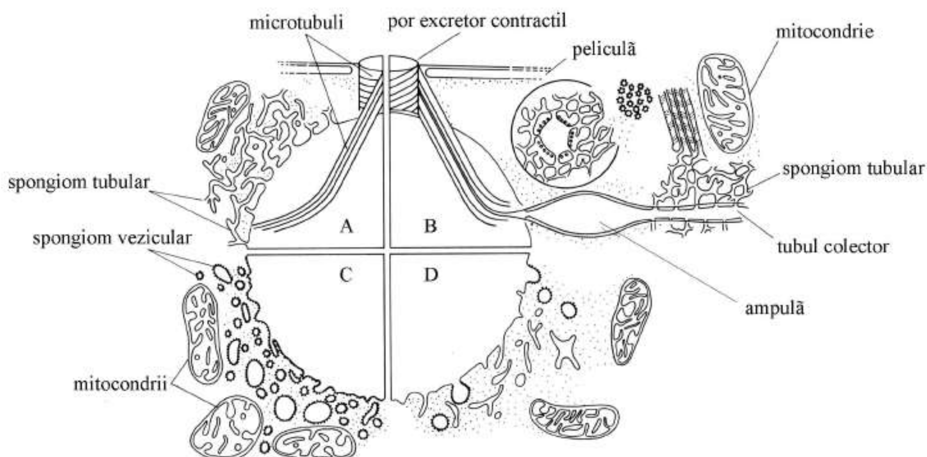


Fig. 2. Schema celor patru tipuri de vacuole contractile ale protozoarelor: **A** şi **B** – vacuola contractilă a ciliatelor; **C** – vacuola contractilă tipică a amibelor; **D** – vacuola contractilă la majoritatea flagelatelor şi la amibele mici (din Barnes, 1987)

Rolul osmoregulator al vacuolei pulsatile a fost demonstrat prin metoda micropuncturii ultraviolete: când una din cele două vacuole pulsatile ale unui *Paramecium* este inactivată prin bombardarea cu un fascicul fin de raze ultraviolete, cea rămasă îşi măreşte ritmul pulsațiilor de la 1/10 secunde, la 1/7 secunde; dacă sunt inactivate ambele vacuole, animalul se umflă şi crapă, situație împiedicată prin introducerea lui într-o soluție de zaharoză 1,5%. În acest ultim caz, surplusul de apă iese din corp şi după un timp vacuolele redevin funcționale. Microscopia electronică a demonstrat că rol în excreție îl au şi trichociştii, prin înmagazinarea sărurilor organice care apoi sunt eliminate odată cu „explodarea” acestor structuri.

Respirația se face prin întreaga suprafață a corpului. O parte din CO_2 se elimină prin vacuola pulsatilă. Paraziții intestinali utilizează energia rezultată din descompunerea glicogenului sau paraglicogenului în acizi graşi şi CO_2. Paraziții sanguini preiau oxigenul din plasma sanguină. Alte protozoare, folosesc oxigenul rezultat din fotosinteza simbionților (zoochlorele, zooxanthele).

Reproducerea protozoarelor este în general asexuată, realizându-se prin separarea unei celule mame în două celule fiice. Reproducerea sexuată este mai rară şi constă în unirea a două celule sau nuclei haploizi, diferiți din punct de vedere sexual, având ca rezultat apariția zigotului diploid. Cele două modalități de reproducere pot alterna iar în acest caz, ciclul evolutiv al protozoarului este o *metageneză* (foraminifere, sporozoare).

Reproducerea asexuată are loc, în general prin *kariokineză* sau mai rar prin *amitoză* (macronucleul cilioforelor). Cel mai răspândit mod de înmulțire asexuată este *diviziunea binară* care, la protozoarele cu formă constantă se poate face în plan longitudinal (flagelate) sau transversal (ciliate). Diviziunea binară poate fi o *bipartiție* (fig. 3) (când produşii rezultați din diviziune sunt egali) sau poate fi o *înmugurire* (când aceşti produşi sunt inegali). La rândul ei, înmugurirea poate fi *externă* (*Euplotes gemmipara)* sau *internă,* ultima având loc în corpul celulei mame, într-o cavitate incubatoare (*Tokophrya*). Mugurele se separă şi, după o scurtă dezvoltare, atinge dimensiunile şi înfățişarea definitivă.

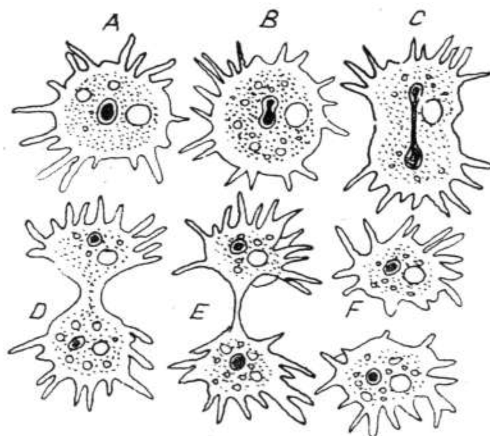


Fig. 3. Diviziunea la *Amoeba proteus*: **A – D** – kariotomia; **D – F** – plasmotomia (după Radu şi Radu, 1972)

Un alt mod de diviziune este cea *multiplă* care poate avea loc prin *schizogonie* sau prin *palintomie*. În schizogonie au loc diviziuni nucleare (kariotomii) succesive urmate de o *plasmotomie* simultană, cu formarea *schizozoiților* sau *merozoiților* (foraminifere, radiolari). Palintomia se petrece sub un chist, prin diviziuni binare succesive iar rezultanții numiți *tomiți* sunt din ce în ce mai mici ca dimensiune.

Reproducerea sexuată (gamogonia) poate îmbrăca, la protozoare aspecte multiple. La unele protozoare acet tip de reproducere nu se cunoaşte. Faza haploidă, condiție obligatorie pentru gameți, se realizează prin *meioză* care după momentul când are loc, este de trei tipuri : 1) *inițială* sau *zigotică*, atunci când se petrece imediat după formarea sincarionului; toți urmaşii zigotului sunt haploizi, iar faza diploidă este scurtă şi redusă la zigot (fitomonadine, sporozoare, unele polimastigine); 2) *terminală* sau *gametică*, atunci când are

loc la formarea gameților, respectiv a pronucleilor staționar şi migrator; faza haploidă este scurtă şi redusă la gameți, respectiv la pronuclei (heliozoare, polimastigine, micronucleul cilioforelor); 3) *intermediară*, atunci când se petrece la jumătatea ciclului (foraminifere).

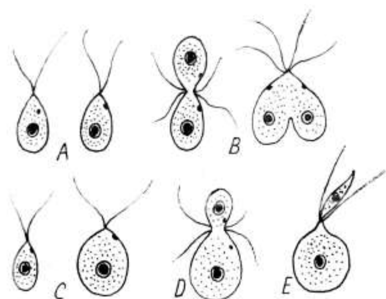


Fig. 4. Copulația la flagelate: **A** – izogameți ; **B** – copula; **C** – heterogameți ; **D** – copula heterogameților ; **E** – anizogamie (macro- şi microgameți) (după Wetzel şi Kaestner, 1969)

La protozoare se disting trei tipuri de sexualitate: *copulația* (flagelate, sarcodine, sporozoare, amibosporidii), *conjugarea*, (legată de starea heterocariotă a cilioforelor) şi *pedogamia* sau *autogamia* (la heliozoare). Copulația (fig. 4) constă în unirea totală şi definitivă a două celule de sex opus. Are loc kariogamia, rezultând sincarionul sau nucleul de fecundație.

În conjugare, doi indivizi fac schimb de substanță nucleară prin puntea citoplasmatică care-i uneşte temporar, iar sincarionul rezultă din contopirea celor doi pronuclei: staționar şi migrator. Conjuganții pot fi considerați gamonți (vezi ciliatele).

La protozoare, sexualitatea reprezintă mai mult o cale de modificare a stării fiziologice, de revitalizare a individului. La sporozoare, însă, sexualitatea este obligatorie, iar la eugregarine reprezintă singura cale de înmulțire.

Moewus, Hartmann şi colab. au dovedit experimental că sexualitatea este determinată de factori intrinseci (genetici) şi de factori extrinseci (factori de mediu). Hartmann (1929) şi Moewus (1934-1938) cit. de Aioanei (2003), au pus în evidență la algele brune şi respectiv la flagelate fenomenul *sexualității relative*. Lucrând cu populații de *Chlamydomonas,* Moewus a constatat că în combinații de gameți proveniți din culturi diferite, frecvența cuplurilor variază. După forța sexuală manifestată de gameți, autorul stabileşte trei categorii ale acestora: gameți slabi, mijlocii şi puternici. Inegalitatea de „forță" sexuală este ereditară şi se traduce printr-o comportare diferită a gameților slabi şi mijlocii: gameții unei populații care, în cuplurile izodiname (ambii gameți cu aceiaşi „forță" sexuală), se comportă ca masculi, puşi în prezența unor gameți masculi mai puternici devin femeli, copulează şi dau zigoți. Gameții femeli, puşi în prezența unor gameți femeli mai puternici se comportă ca masculi.

Sexualitatea relativă presupune persistența în elementul sexual a două potențialități de sex opus, cu predominanța uneia dintre ele, şi există în principiu numai la organismele inferioare izogame sau slab anizogame.

Anizogamia metazoarelor reprezintă o specializare absolută, ireversibilă, prin stabilirea în însuşi elementul sexual a uneia din potențialitățile sexuale. Moewus şi colab. (1935-1941) au elucidat la *Chlamydomonas* procesul biologic cunoscut sub numele de *chimiotactism,* proces care asigură întâlnirea şi copularea gameților. Ei au stabilit existența a trei substanțe caracterizate prin activitatea şi afinitățile lor chimice: *chinemone, gamone* şi *termone*.

Modul de viață. Protozoarele sunt legate de umiditate, populând apele dulci, permanente sau temporare, mările, bazinele salmastre, apele suprasărate (*Dunaliella salina*, *Amoeba salinarum*, *Bodo caudatum*). Multe protozoare sunt edafice, talia lor mică permițându-le să trăiască în capilarele din sol. Închistate, protozoarele sunt răspândite cu ajutorul vântului, al plantelor sau pe picioarele păsărilor; de aici şi cosmopolitismul lor. Unele protozoare trăiesc la suprafața zăpezii sau gheții (*Chlamydomonas nivalis*).

Unele grupe de protozoare sunt exclusiv marine, populând anumite zone: radiolarii sunt planctonici, iar foraminiferele, cu excepția globigerinelor sunt bentonice. Numeroase protozoare trăiesc în fital (zona de vegetație) iar altele în psamon (interstițiile nisipului). Unele grupe sunt specifice apelor dulci (heliozoarele, tecamoebienii), caracterizând diferite tipuri de ape şi reprezentând indicatori biologici. Din punct de vedere al temperaturii pe care o preferă, unele protozoare sunt termofile. De exemplu, în izvoarele termale trăieşte tecamoebianul *Trinema* (la 40-45 C^0) şi ciliatul *Nassula elegans* (la 50-55 C^0). Alte protozoare, cum ar fi *Disematosoma* (ciliate), sunt iubitoare de temperaturi joase, întâlnindu-se sub gheață.

Parazitismul este foarte răspândit printre protozoare, având la origine formele libere sau saprozoice. Speciile parazite şi-au urmat gazdele în migrațiile lor şi au avut chiar o evoluție paralelă cu a acestora. Dintre flagelate, speciile de *Trichomonas*, *Trypanosoma*, sau *Leishmania* reprezintă agenți patogeni care produc boli grave ale omului. Specii de *Entamoeba* şi *Acanthamoeba* dintre sarcodine sunt agenți etiologici ale unor boli severe.

Apicomplexele sunt exclusiv parazite. Printre protozoare sunt frecvente şi cazurile de *hiperparazitism*: *Nosema frenzelinae* (microsporidie) este parazită la gregarina *Cephaloidophora conformis* din intestinul crabului *Pachygrapsus marmoratus*. Influența paraziților asupra gazdelor se manifestă nu numai prin acțiunea lor spoliatoare dar şi printr-o acțiune mecanică şi toxico-alergică.

În relațiile protozoarelor cu alte organisme trebuie amintite comensaliamul şi simbioza. Un caz interesant îl oferă *Trichodina* (peritrichi), comensală cu hidrele de apă dulce, şi care se hrăneşte cu resturi alimentare care cad de la gazdă dar şi cu bacterii. Un exemplu elocvent de simbioză obligatorie este cel al hipermastigidelor care trăiesc în punga rectală a termitelor. În absența hipermastigidelor, termitele, incapabile de a digera lemnul, mor prin inaniție.

Prin numărul lor imens, protozoarele planctonice din bazinele mari reprezintă o primă verigă importantă a lanțului trofic, iar în calitate de consumatori de cadavre, participă în procesul de autopurificare.

Asupra sistematicii protozoarelor se mai poartă încă discuții. Din considerente strict didactice considerăm că protozoarele cuprind cinci mari filumuri: Sarcomastigophora, Apicomplexa, Microspora, Myxozoa şi Ciliophora.

FILUM SARCOMASTIGOPHORA

Prin cele peste 18 000 de specii descrise, reprezintă unul din cele mai mari filumuri de protozoare, fiind împărțit în trei subfilumuri: Mastigophora (Flagellata), Opalinata şi Sarcodina. Prezintă drept organite de mişcare flageli sau pseudopode şi sunt monoenergide sau polienergide homocariote.

SUBFILUM MASTIGOPHORA (FLAGELLATA)

Mastigoforele reprezintă un grup heterogen şi primitiv cu afinități de vegetale (fitomastigine) şi de animale (zoomastigine). Grupul include acele protozoare care ca adulți posedă flageli. Mastigoforele pot fi convențional divizate în două clase: Phytomastigophorea şi Zoomastigophorea.

Fitomastigoforeele posedă, în general, unul sau doi flageli precum şi plaste asimilatoare. Marea lor majoritate sunt libere. Din acest motiv, ele sunt asemănătoare plantelor şi sunt tratate de către botanişti ca alge.

Zoomastigoforele prezintă unul sau numeroşi flageli, nu au plaste asimilatoare şi sunt holozoice sau saprozoice. Unele sunt libere, dar majoritatea sunt comensale, simbiotice sau parazite la alte animale, în special artropode şi vertebrate. Înmulțirea asexuată se face prin diviziune binară în plan longitudinal. Reproducerea sexuată, atunci când există, se face prin gameți flagelați. În general, acest grup este considerat a nu fi o unitate monofiletică. Corpul este fusiform sau oval, uneori turtit (*Phacus*), acoperit de o peliculă fină,

cu sau fără striații, sau cu o membrană rigidă, uneori cu plăci celulozice (peridinieni).

Flagelul reprezintă organitul comun tuturor mastigoforelor, având rol în mişcare, sensibilitate iar la unele specii este implicat şi în nutriție. La baza flagelului, în corpul celular, se află un granul bazal, uneori şi un blefaroplast. De la blefaroplast, către interiorul celulei pleacă o rădăcină flagelară sau rizoplast. Teaca flagelului este de natură ectoplasmatică şi poate prezenta nişte expansiuni filamentoase, numite mastigoneme. Ultrastructura flagelului şi cililor este similară la toate organismele eucariote, fiind constituită asemănător unui cablu. La exterior, flagelul este protejat de o membrană ce este o prelungire a plasmalemei iar în interior prezintă o matrice citoplasmatică clară. Microscopia electronică a demonstrat că tija flagelului, numită şi axonemă, apare pe secțiune transversală ca fiind compusă din doi tubuli centrali (dublet central) separați unul de celălalt şi din nouă perechi de tubuli sau dublete periferice dispuse pe generatoarea unui cilindru sub membrane flagelului. Aceşti tubuli de alcătuire „9 + 2”, structură aproape universală, străbat lungimea flagelului. La polimastigine şi la spermatozoidul mamiferelor, între dubletul central şi coroana de 9 dublete periferice, se interpune o coroană de 9 subfibrile. Peretele dubletului central este format din 18 protofibrile sau subunități fibrilare pe când al dubletelor periferice din 23 de protofibrile. Cei doi tubuli ai dubletelor periferice, numiți A şi B au pereții formați din câte 10 protofibrile, plus încă 3, care realizează peretele comun al fiecărui dublet periferic. Tubulul A poartă două şiruri longitudinale de „brațe” care sunt

direcționate spre dubletul vecin, în sensul acelor de ceasornic. Compoziția moleculară a tubulilor este o proteină numită tubulină, care face parte dintre proteinele citoscheletice. Compoziția chimică a „brațelor” este dineina, proteină cu proprietate enzimatică, şi anume adenozintrifosfatazică. Dineina hidrolizează ATP-ul în prezența ionilor de Ca++ şi Mg++ cu eliberare de energie utilizată în mişcarea flagelului. În jurul celor doi tubuli centrali există o teacă centrală foarte subțire de la care pleacă radiar spre fiecare dublet periferic 9 fibrile care, spre baza flagelului sunt întărite de fibrile secundare. Aproape de joncțiunea flagelului cu suprafața celulei există o zonă de tranziție unde tubulii centrali se întrerup iar sub ei apare o placă centrală. Această placă centrală este străbătută de dubletele periferice ce merg spre interiorul citoplasmei, la acestea adăugându-se încă un tubul. În acest fel se constituie granulul bazal al flagelului alcătuit din 9 triplete. Tubulul A al fiecărui triplet este legat de tubulul C al tripletului vecin printr-o fibrilă foarte subțire. Partea cea mai depărtată de suprafața celulară a corpusculului bazal conține în mijlocul său 9 microfibrile dispuse ca spițele unei roți. În multe cazuri, granulul bazal se prelungeşte în citoplasmă printr-un fascicul de microfilamente paralele, cu aspect striat şi care reprezintă rizoplastul sau rădăcina flagelului. Teaca flagelului este citoplasmatică, având expansiuni filamentoase numite mastigoneme. Numărul şi dispoziția mastigonemelor sunt caracteristice pentru diferiți taxoni. Flagelul, rizoplastul, centrozomul şi derivații săi (granulul bazal, blefaroplastul) formează cinetida sau aparatul locomotor al celulei. În apropierea

blefaroplastului sau a granulului bazal, se află un dictiozom golgian hipertrofiat numit aparat parabazal cu rol secretor.

Anumite flagelate parazite posedă o serie de organite specializate, asociate flagelului şi care îndeplinesc funcții specifice. Aceste organite sunt reprezentate de: axostil, pelta, costa, aciculum şi mioneme.

Flagelul este adaptat pentru a funcționa într-un mediu fluid iar propulsia flagelară la majoritatea mastigoforelor urmăreşte acelaşi principiu ca cel al unui elice. Ea se realizează prin ondulațiile flagelului într-unul sau mai multe planuri, fapt care împinge sau trage corpul unicelular într-o anumită direcție. Valurile ondulatorii se propagă de la baza spre vârful flagelului şi împing organismul în direcție opusă sau se propagă de la vârf spre bază şi trag corpul unicelular. La numeroase specii care posedă doi flageli modul real de mişcare este determinat de orientarea flagelilor. În afara undelor ondulatorii, la mastigofore au mai fost descrise şi alte tipuri de „bătaie" ale flagelului.

Mastigoforele se reproduc asexuat prin diviziune binară, în plan longitudinal. Nutriție holozoică, holofitică sau de ambele tipuri.

Clasa Phytomatigophora cuprinde flagelate în marea lor majoritate libere, autotrofe (holofitice), cu plaste sintetizatoare, excepțional holozoice prin pierderea secundară a plastidelor. În general, prezintă unul sau doi flageli.

Fitomastigoforele cuprind mai multe ordine: Chrysomonadida (Chrysophyta) - *Chromulina, Synura, Ochromonas;* Sylicoflagellida (Chrysophyta) - *Dictyocha;* Coccolithophorida - *Coccolithus, Rhabdosphaera;*

Heterochlorida (Xanthophyta) – *Myxochloris;* Cryptomonadida (Cryptophyta) - *Chilomonas*; Dinoflagellida (Pyrrophyta) - *Noctiluca*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Symbiodinium*, *Haplozoon*, *Blastodinium*; Ebriida - *Ebria;* Euglenida (Euglenophyta) - *Euglena*, *Phacus*, *Astasia*, *Trachelomona;* Chloromonadina (Chloromonadophyta sau Rhaphidiophyta) - *Gonyostomum*; Volvocida - *Chlamydomonas, Haematococcus*, *Gonium*, *Pandorina*, *Volvox*.

Clasa Zoomastigophora reuneşte flagelate holozoice, fără cloroplaste sau leucoplaste. Prezintă doi până la foarte mulți flageli şi aparat parabazal dezvoltat. Reproducera asexuată predomină; sexualitatea este în general rară. Cuprinde forme libere dar mai ales comensale, simbionte şi parazite.

Se cunosc următoarele ordine: Choanoflagellida (*Codosiga*, *Codonocladium*, *Proterospongia*, *Salpingoeca*), grupul cel mai strâns înrudit de metazoare decât oricare alt grup al protozoarelor; Rhizomastigida (*Mastigamoeba*, *Dimorpha*); Kinetoplastida (*Trypanosoma*, *Leishmania*, *Bodo*)*;* Retromonadina (*Chilomastix);* Diplomonadida (*Giardia*, *Hexamita*); Oxymonadida (*Oxymonas*, *Dinenympha*, *Saccinobaculus*); Trichomonadida (*Trichomonas*); Hipermastigida (*Spirotrichonympha*, *Trichonympha*, *Lophomonas*, *Barbulonympha*).

SUBFILUM OPALINIDA

Membrii acestui grup au o poziție sistematică controversată, fiind considerate de către unii autori ca protociliate, din cauza numeroşilor flageli mici, dispuşi în şiruri longitudinale regulate, asemănători cililor precum şi a stării polienergide. Honigberg şi colab. (1964) cit. de Aioanei (2003) atribuie acest grup sarcomastigoforelor, întrucât în opoziție cu ciliatele, nu au citostom, sunt polienergide homocariote, iar multiplicarea asexuată se face prin plasmotomie în plan longitudinal. Reproducerea sexuată este reglată hormonal după ciclul gazdei. Opalinidele (fig. 5) sunt endoparazite în tubul digestiv al amfibienilor, reptilelor şi peştilor.

Opalinidele includ doar o singură familie, Opalinidae, cele mai cunoscute genuri fiind *Opalina, Protoopalina, Zelleriella* şi *Cepedea*. La *Protoopalina* şi *Zelleriella* există doi nuclei pe când la *Opalina* şi *Cepedea* numărul acestora este mare.

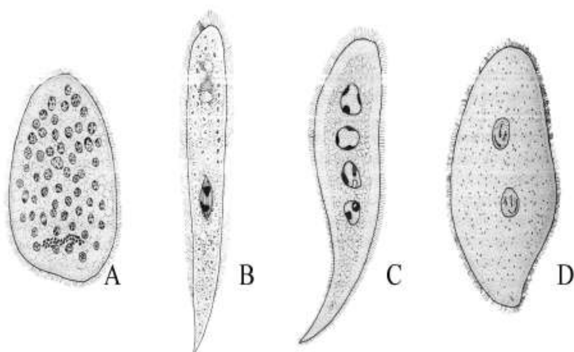


Fig. 5. Opalinide parazite: **A –** *Opalina ranarum* din rectul şi vezica urinară la *Rana* şi *Bufo*. **B** – *Protoopalina saturnalis* din tractusul digestiv al peştelui marin *Box boops*. **C** – *Cepedea lanceolata* din colonul amfibienilor. **D** – *Zelleriella elliptica* din colonul de *Bufo valliceps* (după Cheng, 1974)

SUBFILUM SARCODINA

Sarcodinele reunesc acele protozoare la care adulții posedă expansiuni citoplasmatice temporare numite pseudopode şi care au rol în locomoție sau capturarea micilor prăzi. Prezența pseudopodelor în stadiul de trofozoit este considerată în general, principala caracteristică a sarcodinelor. La unele amibe, în anumite stadii de dezvoltare pot exista flageli.

Citoplasma este, în general, separată în ecto- şi endolasmă, iar corpul unicelular este delimitat de o plasmalemă flexibilă ceea ce permite emiterea de pseudopode. Pseudopodele sarcodinelor pot fi grupate în patru tipuri principale: 1) *lobopode*, digitiforme, rotunjite distal şi care pot fi *endolobopode*, când conțin şi endoplasmă sau *exolobopode* când au doar ectoplasmă); 2) *filopode,* de natură ectoplasmatică, filamentoase şi efilate distal, ramificate dichotomic şi anastomozabile; 3) *granuloreticulopode*, fine, anastomozate în rețea şi parcurse permanent la exterior de un curent de granule; 4) *axopode,* ascuțite, cu un ax citoplasmatic rigid (*axonemă*), constituit din microtubuli; sunt permanente, dar capabile de diferențiere prin lichefierea axului de susținere.

Corpul sarcodinelor poate fi nud (gimnamoebienii şi majoritatea heliozoarelor) sau protejat de un țest cu structură variată şi complicată, de natură endo- sau exogenă. Tecamoebienii posedă un țest simplu, uniloculat, simetric şi pseudochitinoid (*Arcella*).

Uneori animalul cimentează pe țest corpi străini (*Difflugia*) sau plăcuțe silicioase sau calcaroase secretate de către endoplasmă. La foraminifere, țestul este uni- sau pluriloculat, cu cămăruțe dispuse variat şi mineralizat cu $CaCO_3$.

Excepție fac foraminiferii primitivi (*Lagena)* la care țestul este din tectină (substanță asemănătoare cheratinei), demonstrând astfel legătura cu tecamoebienii. La foraminiferii de mare adâncime, din cauza presiunii mari, $CaCO_3$ este dizolvat iar animalul cimentează corpi minerali. Radiolarii au corpul total sau parțial protejat de un schelet silicios, endogen, sub formă de spiculi sau de țest continuu, alcătuit din sfere concentrice dantelate. La acantari, scheletul este format din spiculi de celestină sau acantină. Există şi puțini radiolari la care scheletul lipseşte (*Thalassicolla*, *Collozoum*) sau la care scheletul are origine exogenă.

Sarcodinele sunt protozoare care prezintă pseudopode drept organite de locomoție şi hrănire. Flagelii pot apare doar în anumite stadii de dezvoltare ale ciclului lor vital. Organite corticale puțin dezvoltate. Atunci când există, țesturile au forme variate şi compoziție chimică caracteristică fiecărui grup. Sunt mono- sau polienergide.

Subfilumul Sarcodina este reprezentat de către două superclase: rhizopode şi actinopode. Primul grup reuneşte amibele nude (gimnamoebieni), amibele cu țest (tecamoebieni), precum şi foraminiferii. Actinopodele includ radiolarii şi heliozoarele. Sistematica grupului se face ținând cont de forma şi structura pseudopodelor (dar fără a li se atribui, însă, acestora o valoare

taxonomică absolută), precum şi de prezența sau absența țestului sau structura acestuia.

Superclasa Rhizopoda prezintă pseudopode de tip lobopod, filopod sau granuloreticulopod. Clasificarea lor în cele trei clase se face după forma şi structura pseudopodelor, fără a li se atribui însă acestora o valoare taxonomică absolută.

Clasa Lobosa posedă pseudopode de tip lobopod şi mai rar filopod.

Subclasa Gymnamoeba. Reuneşte rhizopode fără țest (amibe nude). Ordinul Amoebida. Cuprinde amibe nude, la care stadiile flagelare lipsesc. Pseudopodele pot fi lobopodii sau filopodii. Predominant dulcicole, puține marine, multe parazite. *Amoeba, Entamoeba, Hydramoeba.* Ordinul Schizopyrenida. gimnamoebieni cu stadii flagelate, reunind specii dulcicole şi edafice. *Acanthamoeba, Naegleria.* Ordinul Pelobionta. Gimnamoebieni multinucleați cu un pseudopod şi fără stadii flagelate. *Pelomyxa.*

Subclasa Testacealobosa. Amibe cu corp protejat de un țest. Ordinul Arcellinida. Țest chitinoid sau pseudochitinoid, uneori mineralizat, uniloculat, cu un singur orificiu (pseudostom) prin care ies pseudopodele. Forme libere, majoritatea dulcicole. *Arcella, Difflugia, Centropyxis*.

Clasa Filosa. Amibe cu filopodii. Ordinul Aconchulinida. Amibe nude. Dulcicole şi parazite la alge. *Vampyrella.* Ordinul Testaceafilosida. Amibe cu țest. Majoritatea dulcicole şi edafice. *Euglypha, Gromia.*

Clasa Granuloreticulosa. reticulopodii, ascuțite, delicate, fin granulate sau hialine. Ordinul Forameniferida. Rizopode marine, în general cu țest multicameral. Țestul poate fi de natură organică dar în general este calcaros. *Globigerina*, *Rotalia*, *Orbulina*, *Elphidium*, *Nodosaria*, *Lagena*, *Discorbis*, *Numulites.*

Superclasa Actinopoda. Sarcodine cu pseudopode de tip actinopod, subțiri, aciculare, radiind de la corpul sferic. Actinopodiile au un filament axial rigid (axonemă) format din microtubuli răsuciți în spirală. Forme flotante sau sesile.

Clasa Acanharia. Radiolari cu schelet de sulfat de stronțiu şi spiculi scheletici cu dispoziție radiară, ale căror vârfuri descriu cercuri corespunzătoare celor ale globului terestru. Majoritatea fără o capsulă centrală ce ar separa endoplasma de ectoplasmă. Forme marine. *Acanthometra*.

Clasa Polycystina. Radiolari cu un schelet silicios şi cu o capsulă centrală perforată. *Thalassicolla*, *Sphaerozoum*, *Collozoum* .

Clasa Phaeodaria. Radiolari cu schelet silicios dar cu o capsulă centrală care conține doar trei pori. *Aulacantha*.

Clasa Heliozoa. Nu posedă capsulă centrală. Schelet absent sau dacă este prezent, acesta este format din plăci silicioase şi spini. Majoritatea dulcicole. *Actinosphaerium*, *Actinophrys*, *Camptonema*.

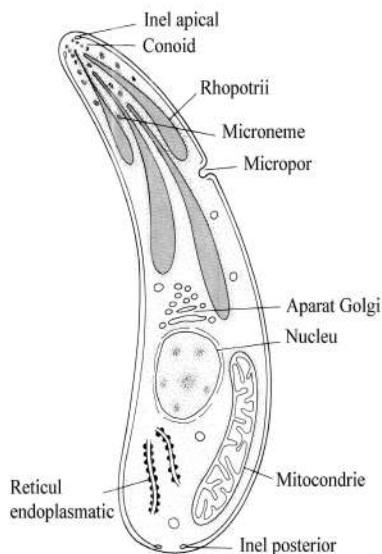


Fig. 6. Schema generalizată a unui reprezentant din filumul *Apicomplexa* (din Barnes, 1987)

FILUM APICOMPLEXA

Reprezentanții acestui filum sunt exclusiv paraziți la nevertebrate sau vertebrate. Numele grupului derivă din caracteristicile ultrastructurale ale stadiilor mobile (sporozoiți şi merozoiți), care posedă un complex apical de organite, vizibile doar în microscopie electronică. În componența acestui complex intră un *inel apical*, un *conoid*, *rhopotrii*, *mioneme* şi *microtubuli subpeliculari* (fig. 6). Funcția complexului apical de organite nu este pe deplin elucidată, dar se presupune că ar avea rol în procesul de pătrundere al

parazitului în celula gazdă. Stadiul infestant al tuturor apicomplexelor este sporozoitul, care poate fi sau nu protejat de membrana unui spor.

Supraclasa Sporozoa (=Telosporidia). Sporozoarele sunt protozoare exlusiv parazite: cavitare, tisulare sau intracelulare, gazdele lor aparținând atât protozoarelor cât şi metazoarelor. În cursul ciclului evolutiv formează sporozoiți sau spori infestanți. Grupele care au un ciclu evolutiv monoxen formează spori cu sporozoiți infestanți, spori care trec prin mediul extern pentru a infesta o nouă gazdă. Cele care prezintă un ciclu evolutiv heteroxen formează sporozoiți infestanți care nu mai trec prin mediul extern, rămân în gazdă şi sunt transmişi altor gazde prin intermediul unui vector. Ciclul biologic reprezintă o metageneză, adică o alternanță între reproducerea asexuată şi sexuată.

Stadiul infestant al tuturor sporozoarelor este *sporozoitul,* care poate fi închis într-un spor (la formele monoxene) sau nu (la formele heteroxene). Odată pătruns în gazdă, sporozoitul începe să se hrănească şi să crească transformându-se în *trofozoit*. La un moment dat, trofozoitul devine *schizont,* care suferă o serie de diviziuni nucleare iar în urma unei plasmotomii finale va da naştere la *schizozoiți* sau *merozoiți* ce vor încheia faza schizogonică (multiplicare asexuată). Această fază se poate repeta de mai multe ori, având ca efect agravarea infecției în organismul gazdă. La un moment dat, merozoiții evoluează în *gametociți* masculi şi femeli, care, apoi, vor diferenția gameții. Gameții respectivi se vor uni, iar apariția *zigotului diploid* va marca sfârşitul gamogoniei (faza reproductivă sexuată). Faza sporogonică (multiplicare asexuată) începe cu declanşarea diviziunilor nucleare, din care prima

reducțională şi sfârşeşte printr-o plasmotomie în urma căreia vor rezulta sporozoiți infestanți, care pot fi incluşi sau nu în învelişul rezistent al sporului. Atunci când sporozoitul ajunge într-o nouă gazdă, este inițiată faza schizogonică. La puține grupe, faza schizogonică nu are loc, iar ciclul evolutiv comportă doar două faze: sporogonia şi gamogonia. Este cazul eugregarinidelor.

La speciile de sporozoare care necesită două gazde în ciclul evolutiv (formele heteroxene), gamogonia se desfăşoară într-o gazdă iar sporogonia în alta. Gazda în care are loc gamogonia este considerată drept gazdă definitivă, iar cea în care se desfăşoară schizogonia este cunoscută a fi gazdă intermediară.

Multe din speciile de sporozoare sunt de importanță medicală sau veterinară, ele fiind responsabile de declanşarea multor boli grave.

Sporozoarele reunesc patru clase: Gregarinidea, Coccidiomorpha, Sarcosporidia şi Babesioidea (Piroplasmea).

Gregarinele reprezintă paraziți ai nevertebratelor, în special ai artropodelor, moluştelor şi anelidelor. Puține au fost semnalate şi la ascidii. Gregarinele sunt localizate în celulele care tapetează celomul, tractusul digestiv, precum şi în organele reproducătoare ale gazdelor, deşi gamonții maturi sunt extracelulari.

Eugregarinidele cuprind două grupe: acefaline şi cefaline. Trofozoitul acefalinelor are un corp simplu, necompartimentat, deşi prezintă la extremitatea anterioară un organ de ataşare. Trofozoitul cefalinelor are corpul divizat de

către septe citoplasmatice în protomerit şi deutomerit. Cefalinele tricompartimentate prezintă epi-, proto- şi deutomerit. In cadrul gregarinelor, schizogonia este prezentată doar la reprezentanții schizogregarinelor. La eugregarine, sporozoitul se prinde cu exremitatea anterioară de celula epiteliului intestinal a gazdei, se alungeşte şi diferențiază pentru fixare o unflătură sau expansiunii cuticulare. Parazitul se transformă în trofozoit, creşte, la monocistiidae şi rămîne necompartimentat. La policistinee apar succesiv două şanțuri citoplasmatice ce separă cele 3 compartimente, epi-, proto- şi deutomeritul la nivelul căruia este localizat nucleul. Acesta este stadiul de trofozoit cefalin la eugregarine. Ulterior cefalinul se detaşează de celula gazdă cade în lumenul intestinal şi se transformă în trofozoit sporadin. Desprinderea de celula gazdă se face prin ruperea acesteia sau prin autotomizarea la nivelul septului ce separă epimeritul de protomerit. Trofozoiții sporadini se unesc câte doi în sizigii, care acționează ca gamonți de sexe diferite: cel anterior este femel, iar cel posterior este mascul. Din momentul formării sizigiilor este inițiată gamogonia. Sexul este determinat înaintea formării sizigiilor, la unele specii chiar din stadiul de sporozoit. Intre cei doi parteneri există diferențe histochimice iar la unele specii chiar morfologice. După ce sizigiile se formează, gamonți se turtesc, devin hemisferici, secretă în jurul lor un perete chistic şi se trasnsformă în gamontochişti în care se petrec procesele sexuale. În cei doi gamonți încep diviziunile nucleare pregamice.

Coccidiomorfele reprezintă un grup de paraziți intracelulari, cu stadiul vegetativ imobil, în general de durată scurtă. Parazitează la nevertebrate

(moluşte, anelide, enteropneuste, artropode) şi vertebrate (de la peşti până la mamifere). Ciclurile evolutive pot fi mono- sau heteroxene şi în general, sunt complete, având toate cele trei faze: schizogonie, gamogonie şi sporogonie. Gamogonia decurge diferit pentru macro- şi respectiv microgametocit. În acest sens, gametocitul femel se transformă direct într-un macrogamet voluminos, ovoidal, iar gametocitul mascul dă numeroşi microgameți vermiculari şi biflagelați.

Coccidiomorfele reunesc patru ordine: Prococcidia, Adeleida, Eimeriida şi Haemosporidia, ultimile două fiind cele mai reprezentative.

Coccidiile produc coccidioze grave la animalele domestice. *Eimeria tenella* provoacă enterite grave însoțite de hemoragii, la găini. *E. perforans* şi *E. magna* dau coccidioza intestinală la iepuri. *E. truncata* şi *E. anseris* parazitează la gâscă, prima în rinichi, ultima în intestin. *Toxoplasma* reprezintă un gen strâns înrudit cu coccidiile. Deşi au fost descrise numeroase specii de *Toxoplasma*, se pare că numai una, *T. gondii* ar fi validă. Parazitul provoacă o parazitoză umană, cu manifestări acute, cronice sau latente, numită toxoplasmoză.

Hemosporidiile sunt sporozoare sanguine, cu ciclul evolutiv heteroxen. Schizogonia se petrece în sângele unui vertebrat (excepție *Haemoproteus*) iar gamogonia şi sporogonia într-un artropod hematofag. Hemosporidiile reunesc trei familii: Plasmodiidae, Haemoproteidae şi Leucocytozoidae.

Familia Plasmodiidae reuneşte un singur gen, *Plasmodium*, cu reprezentanți paraziți la vertebrate (amfibieni, reptile, păsări şi mamifere) şi

caracterizați printr-o mare specificitate parazitară. Parazitul formează un pigment negru (*hemozoină*) care rezultă din degradarea hemoglobinei. Ciclul evolutiv este heteroxen. Omul este infestat de patru specii de *Plasmodium*: *P. vivax, P. malariae, P. ovale şi P. falciparum*, specii care produc malaria sau paludismul. La speciile de *Plasmodium* care afectează omul, ciclul prezintă toate cele trei faze. Schizogonia şi începutul gamogoniei are loc în organismul uman, iar sfârşitul gamogoniei şi sporogonia în insecta vectoare, hematofagă, reprezentată de către femela țânțarului *Anopheles*. Schizogonia se petrece la două nivele: la nivel *exoeritrocitar*, fără formare de pigment, în organele profunde, în celulele sistemului reticulo-endotelial, şi la nivel *endoeritrocitar*, în eritrocitele sângelui, cu formare de pigment. Evoluția parazitului în eritrocit determină o intoxicație violentă a organismului, la care acesta reacționează printr-o creştere a temperaturii până la 40-41^{0} C.

Sarcosporidiile sunt sporozoare care formează chişti alungiți în fibrele musculare la reptile, păsări şi mamifere. Speciile parazite la animalele domestice produc la acestea manifestări morbide, cunoscute sub numele de sarcosporidioze. *Sarcocystis tenella* poate parazita aproape în totalitate oile din anumite regiuni, localizându-se în musculatura limbii, esofagului, în auricule, etc. Parazitul a mai fost semnalat şi la caprine sau camelide. Omul este o gazdă definitivă, accidentală, pentru *Sarcocystis fusiformis* de la pisică şi *S. miescheriana* de la porc. De asemenea omul poate reprezenta o gazdă intermediară pentru *S. lindemanni*, la care gazda definitivă nu este cunoscută.

Membrii clasei Babedioidea (Piroplasmea) reprezintă paraziți ai eritrocitelor sau leucocitelor vertebratelor, dar care nu formează hemozoina caracteristică hemosporidiilor Transmiterea lor se face prin intermediul căpuşelor ixodide şi argaside. Reprezentanții clasei aparțin la trei familii: Babesiidae, Theileridae şi Anaplasmidae.

FILUM MICROSPORA

Acest filum reuneşte paraziți intracelulari ai nevertebratelor şi vertebratelor. Sporul este de natură unicelulară, cu o *sporoplasmă* (germen amiboid) uni- sau binucleată şi un simplu sau complex aparat de expulzare (*capsulă polară*). Prezintă adesea dimorfism în sporulare. Reprezentanții filumul sunt atribuiți fie clasei Microsporea fie clasei Haplosporea.

Membrii clasei Microsporea sunt caracterizați prin sporii de origine unicelulară, care prezintă un filament polar lung. Sporul reprezintă stadiul infestant, având dimensiuni mici şi formă sferică sau cilindrică. La exterior sporul este protejat de o capsulă valvară, sub care se găseşte sporoplasma şi un filament polar lung, spiralizat (fig. 7). Sporii sunt foarte rezistenți, pot rămâne viabili în medii uscate timp de săptămâni, iar în medii umede chiar ani de zile. Sporocistul poate fi absent sau prezent. Toți membrii clasei aparțin ordinului Microsporidia.

Microsporidiile îşi petrec atât schizogonia cât şi sporogonia ca paraziți intracelulari. Microsporidiile reunesc numeroase genuri printre care se numără:

Nosema, Glugea, Thelohania, Pleistophora etc. Printre speciile cu interes economic se numără *Nosema bombycis* şi *N. apis*. *N. bombycis* este parazit la viermele-de mătase producând boala numită *pebrină*. Parazitul este de un interes considerabil, parazitând țesuturile embrionilor larvelor, pupelor şi adulților viermelui de mătase (*Bombyx mori*). *N. apis* se localizează în epiteliul intestinului mijlociu şi tuburile lui Malpighi la adulții de albină (*Apis melifera)*; este întâlnit mai frecvent la lucrătoare, deşi sunt susceptibile atât trântorii cât şi reginele. *N. apis* este agentul bolii numită microsporidioză, nosemoză sau dizenteria albinelor. *Glugea hertwigi* şi *G. mulleri* parazitează la peşti.

Mixozoarele sunt în general paraziți ai vertebratelor inferioare, în special peşti, deşi unele specii există şi la amfibieni şi reptile. Unele specii parazitează la nevertebrate. Filumul reuneşte trei ordine: Myxosporida, Actinomyxida şi Paramyxida.

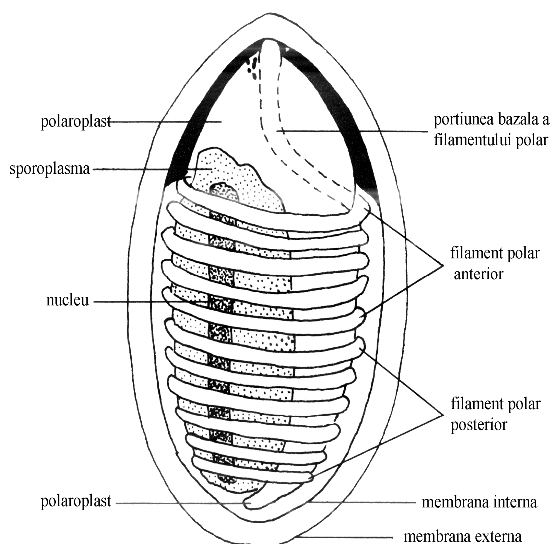


Fig. 7. Schema structurii sporului la *Thelohania*
(după Cheng, 1974)

FILUM MYXOZOA

Myxosporidiile au un ciclu evolutiv care se desfăşoară în esență după acelaşi tipar. Când sporii sunt ingerați de gazdă, sporoplasmele ies prin intermediul filamentului polar, trec prin epiteliul intestinal al gazdei şi migrează spre anumite organe, unde se transformă într-un plasmodiu multinucleat. Acesta se formează printr-o creştere în dimensiune acompaniată de diviziuni nucleare repetate. Într-un singur plasmodium, grupe de nuclei se înconjură de citoplasmă, iar aceste mici unități multinucleate sunt cunoscute sub numele de *sporonți*. Sporonții cresc în dimensiune, în timp ce nucleii lor se divid rapid, dând naştere în fiecare sporont la 6 până la 18 nuclei fii. În funcție de specie, sporontul se poate dezvolta într-un singur spor, iar în acest caz el este numit *sporont monosporoblastic*. Dacă sporontul formează doi spori, el este cunoscut ca un *sporont pansporoblastic* sau *disporoblastic*.

Țesuturile afectate ale gazdei devin hipertrofiate, degenerează, şi formează un perete chistic în jurul parazitului. Asemenea chişti sunt vizibili cu ochiul liber. Dacă aceşti chişti sunt localizați pe tegumentul corpului gazdei, ruperea lor va permite eliberarea sporilor maturi în apă. Dacă chistul este localizat în organele interne, eliberarea sporilor se va face după moartea şi descompunerea gazdei. Unele myxosporidii parazitează în rinichii, muşchii, branhiile sau tegumentul gazdelor. Altele preferă diferite cavități ale corpului cum ar fi vezica urinară sau vezica biliară.

FILUM CILIOPHORA

Ciliatele reprezintă grupul cel mai evoluat şi mai complex al protozoarelor. Grupul este definit de prezența, cel puțin în stadiile tinere ale ciclului lor de viață, a unor organite de mişcare numite cili, sau de derivate ale acestora (*cirri, membrane ondulante, membranele, pectinele* etc).

Corpul ciliatelor prezintă polaritate şi este protejat fie de o peliculă elastică ce permite mişcări metabole (*Paramecium*, *Dileptus*), fie de plăci şi platoşe situate în stratul superficial al ectoplasmei (*Coleps*, *Ophryoscolex*). Unele forme secretă o lorică gelatinoasă sau chitinoidă pe care se poate cimenta material străin. La peritrichi, lorica este fixată de substrat pe când la heterotrichi şi majoritatea tintinidelor este purtată de animal. Ciliatele sunt forme polienergide heterocariote, având un aparat nuclear dublu constituit din unul sau mai mulți macronuclei poliploizi şi din unul sau mai mulți micronuclei diploizi. Nutriția ciliatelor este holozoică. Reproducerea asexuată se realizează prin diviziune binară în plan transversal (excepție peritrichii, la care planul de diviziune este longitudinal) sau prin înmugurire simplă sau multiplă care poate fi la rândul ei internă sau externă. La ciliate, procesul sexual îmbracă forma conjugării sau autogamiei. Reproducerea sexuată nu implică niciodată formarea de gameți liberi.

Ciliatele prezintă organite specializate pentru nutriție (*citostom, citofaringe, citoproct*) şi pentru coordonarea mişcărilor cirrilor.

Simetria corpului este radiară, bilaterală sau poate să lipsească. La formele primitive, ciliatura poate fi distribuită uniform, în şiruri meridiane, pe toată suprafața corpului. La cele evoluate, ea este distribuită în anumite zone. La peritrichi, ciliatura somatică lipseşte, iar la suctori este prezentă doar în stadiul tânăr, adulții acestora păstrând doar infraciliatura. Asociată peristomului, există o ciliatură orală, deosebită de cea somatică.

Deşi majoritatea sunt forme libere şi solitare, există şi forme sesile sau coloniale. Ciliatele populează toate mediile: marin, dulcicol, interstițiile nisipului şi solului. Sunt prezente şi în izvoarele termale. Unele forme reprezintă indicatori biologici pentru anumite tipuri de ape. Ciliatele au şi reprezentanți comensali, ecto- sau endoparaziți.

Corpul ciliatelor este protejat de o peliculă complexă care posedă în general un număr de organele particulare. *Sistemul pelicular* a fost studiat în detaliu la numeroase genuri, în special la *Paramecium.* Acest sistem este alcătuit din membrana plasmatică externă care se continuă şi la nivelul cilului, dedesubtul căreia se găsesc numeroase vezicule sau alveole mai mult sau mai puțin turtite. Alveolele contribuie la stabilitatea peliculei şi par a avea rolul de a limita permeabilitatea suprafeței celulare. Alternând cu alveolele există nişte organite în formă de popice care poartă numele de *trichocişti*. Aceştia formează cel de-al doilea strat, inferior şi compact al sistemului pelicular. Kinetosomii aceluiaşi şir sunt uniți printr-o fibrilă ectoplasmatică, striată transversal (*kinetodesmă*) şi paralelă cu suprafața corpului. Rezultă o rețea fibrilară, uneori complicată cu fibrile suplimentare transversale şi longitudinale, considerată

responsabilă de coordonarea mişcărilor metacrone ale cililor. Această rețea este în legătură cu un corpuscul din vecinătatea citofaringelui, numit *motorium.*

Cilul şi flagelul protozoarelor, protofitelor sau metazoarelor au structură identică (vezi structura flagelului). Cilul sau flagelul reprezintă partea externă a *cinetidei,* un ansamblu constituit pe de altă parte din corpusculul bazal sau kinetosom căruia îi sunt asociați derivații intracitoplasmatici (fig. 8).

Din contopirea cililor se pot forma: *membrane ondulante* (localizate în special în citofaringe şi citostom); *membranele,* de forma unor palete triunghiulare, dispuse în zonele adorale ale câmpului oral (la spirotrichi ca *Stentor*); *pectinele,* care au aspect de pieptene; *cirri,* specifici hipotrichilor şi care au aspect de degete sau de gheare citoplasmatice. Cirii servesc în locomoție şi sunt localizați ventral în anumite zone, fiind capabili de mişcări independente în toate direcțiile. Kinetosomii de la baza cirrilor rămân independenți iar la presiune sau sub acțiunea unor substanțe chimice, cilii care intră în componența cirrului se desfac.

Kinetosomul reprezintă elementul permanent al cinetidei prezentând aceiaşi structură cu a centriolului. Kinetosomul este un organit în formă de tub scurt, prevăzut cu 9 grupe de subfibrile parietale şi paralele. Este situat în ectoplasmă, perpendicular pe suprafața celulară şi compus din 9 triplete alcătuite din subfibrile adiacente, notate cu A, B şi C. Subfibrilele A şi B sunt în continuitate cu dubletele periferice ale cilului. Subfibrila C nu se regăseşte decât la nivelul kinetosomului. Subfibrilele fiecărui triplet sunt legate cu

tripletele adiacente prin legături a căror poziție şi număr variază cu nivelul la care se face secțiunea transversală prin kinetosom (fig. 8 A şi D).

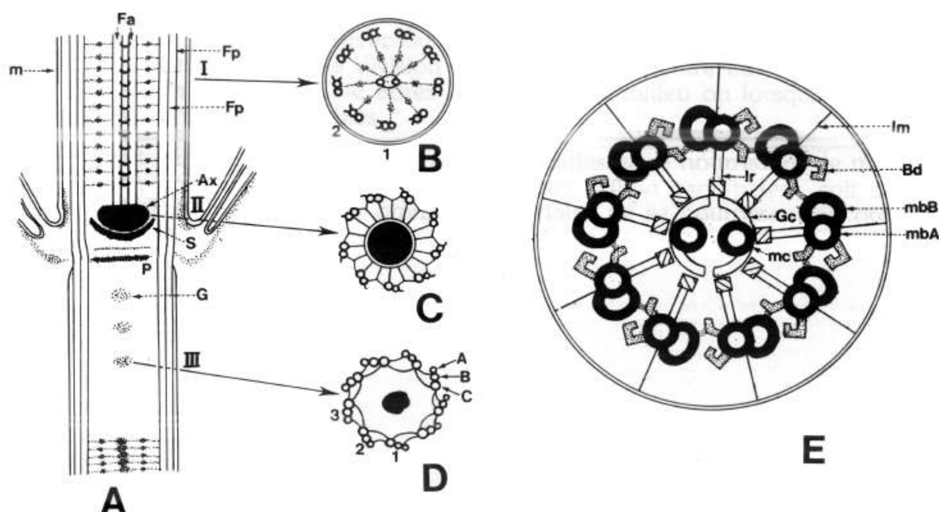


Fig. 8. Cilul şi kinetosomul: **A** – secțiune longitudinală prin cilul şi kinetosomul de *Balantidium elongatum*; **B** – secțiune transversală a cilului la nivelul I; **C** – secțiune transversală la nivelul axosomului (II); **D** – secțiune transversală la nivelul kinetosomului (III); **E** – schema unei secțiuni transversale a cilului: **m** – membrană plasmatică; **fa** – dublet central; **fp** – dublete periferice; **ax** – axosom; **s** – sept principal; **p** – placă terminală; **A, B, C** – tubulii tripletelor; **1, 2, 3** – numerotarea tripletelor; **mbA** – microtubul A; **mbB –** microtubul B; **mc** – microtubuli centrali; **lr** – legături radiare; **lm** – legături membranare; **Gc** – teaca dubletului central (A, B, C, D – după Grain, 1969) (E – după Patterson, 1981)

În partea mijlocie, centrul kinetosomului conține granule opace cu număr şi poziție variabilă, iar partea sa distală prezintă o *placă terminală* care marchează limita superioară a acestui organit. Placa terminală este urmată de o zonă de tranziție spre cil, acolo unde se termină dubletul central al cilului.

În ectoplasma ciliatelor se găseşte un ansamblu de organite subpeliculare care au proprietatea de a fi ejectate la exteriorul celulei. Acest ansamblu de organite care de multe ori nu pot fi considerate omoloage poartă numele de *extrusomi* (trichocişti „sensu lato”). Ei sunt reprezentați în principal de către: *trichocişti, mucocişti, toxicişti haptocişti* sau *cnidotrichocişti*.

În citoplasma există structuri contractile (*mioneme*, *spasmodesme*), un aparat nuclear reprezentat de macro- şi micronucleu, vacuole digestive şi contractile, pigmenți, cristale, materii de rezervă, iar la unele specii zoochlorele simbionte. Ciliatele evoluate posedă un aparat neuromotor.

Ciliatele sunt cele mai rapide protozoare iar *locomoția* lor este rezultatul activității ciliare. În bătaia sa, fiecare cil execută două lovituri: o lovitură *eficace* şi una *de revenire* (fig. 9 C).

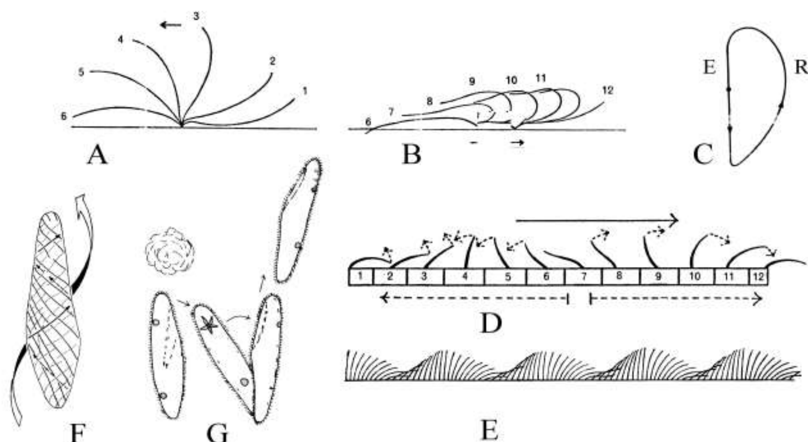


Fig. 9. **A** – lovitura eficace; **B** – lovitura de revenire; **C** – ciclul complet de bătaie; **D** – diagrama ce ilustrează ritmul metacronal. Cilii 1 şi 12 sunt la sfârşitul loviturii eficace; 2 – 7 indică stadii succesive din timpul loviturii de revenire; 8 – 11 indică stadii din timpul loviturii eficace; **E** – senzația optică a cililor ce bat într-un ritm metacronal; **F – G** – locomoția la *Paramecium* (din Barnes, 1987)

La unele forme specializate, cum sunt hipotrichii *Stylonychia* sau *Euplotes*, cilii din anumite zone ventrale ale corpului sunt reuniți în cirri. Cilii dintr-un asemenea cirr bat împreună (sincron). În acest caz, coordonarea bătăii cililor ar fi rezultatul unui fel de cuplare structurală, determinate de strânsa apropiere dintre bazele cililor şi kinetisomii lor.

În afară de locomoția propriu-zisă, datorată bătăilor ciliare, ciliatele sunt capabile de contracții bruşte sau lente, ca răspuns la diferiți stimuli externi. Aceste mişcări sunt datorate de existența unor fascicule fibrilare contractile, numite *mioneme*. Ele sunt dispuse în lungul corpului, dedesubtul sau alături de şirurile ciliare. Mionemele sunt prezente în citoplasma unor ciliate ca *Vorticella*, *Stentor*, *Spirostomum* etc.

Şi mai particulare sunt mionemele pedunculare ale peritrichilor, numite şi *spasmodesme*. Contracția lor se face în câteva milisecunde şi provoacă spiralizarea pedunculului.

Ciliatele au o *nutriție* exclusiv holozoică. După modul în care îşi iau hrana, ciliatele pot fi *răpitoare* (înghit prăzi ce uneori le depăşesc volumul) sau *producătoare de vârtejuri* (preiau particulele nutritive din suspensii prin antrenarea acestora spre citostom cu ajutorul bătăii cililor).

În afara rarelor ciliate complet lipsite de o deschidere bucală (astomii, unii apostomi şi suctorii), marea majoritate a ciliatelor prezintă un aparat bucal mai mult sau mai puțin complicat. În general, există un citostom sub forma unei deschideri permanente sau temporare.

Termenul de *peristom*, frecvent întâlnit în literatură, este sinonim cu cel de cavitate bucală. La membrii unor ordine, organelele bucale sunt proiectate din cavitatea bucală. La hipotrichi, cavitatea bucală este superficială iar organelele ciliare ocupă o suprafață plană în jurul regiunii orale. O asemenea suprafață este numită câmp peristomal. La forme aşa cum este *Paramecium*, în fața cavității bucale există un vestibul.

Aparatul oral al formelor răpitoare (care atacă rotiferi, gastrotrichi, ciliate sau alte protozoare) este constituit din citostom şi citofaringe. De exemplu, *Didinium*, care se hrăneşte în special cu parameci, îşi descarcă toxociştii în pradă, iar regiunea anterioară a corpului, asemănătoare unui proboscis se ataşează de pradă prin gura terminală care se poate deschide cât diametrul corpului său.

Un grup interesant de ciliate răpitoare este cel al suctorilor. Formele libere sunt toate sesile, fiind ataşate de substrat direct sau prin intermediul unui peduncul. La suctori, cilii sunt prezenți doar în stadiile imature. Corpul adulților poartă tentacule măciucate sau ascuțite, ca nişte spini. Fiecare tentacul este susținut de către un cilindru de microtubuli şi poartă în vârf nişte organite speciale numite *haptocişti*. Suctorii se hrănesc cu alte ciliate şi atunci când prăzile ating tentaculele, haptociştii sunt descărcați în corpul prăzii, ancorând-o de tentacule. Conținutul prăzii este apoi aspirat prin intermediul tentaculelor tubulare şi înglobat în vacuolele digestive.

Pentru formele care se hrănesc cu particule din suspensii este tipică prezența unei cavități bucale. Hrana este adusă spre corp şi în cavitatea bucală

prin intermediul organelelor ciliare compuse. Din cavitatea bucală, particulele sunt conduse prin citostom în citofaringe şi apoi incluse într-o vacuolă digestivă.

Excreția se face prin intermediul vacuolelor contractile, care sunt organite endoplasmatice, sferoidale, pline cu un lichid care poate fi expulzat în mediul extern. Pulsațiile vacuolei contractile se fac cu o frecvență bine determinată. La început, vacuola creşte în talie (diastolă) până atinge un volum maxim, apoi ea se contractă rapid (sistolă), eliminând lichidul conținut în mediul ambiant.

Prezența vacuolei contractile este obligatorie la formele dulcicole, care pot avea una sau mai multe asemenea organite. Numărul lor diferă cu specia iar poziția lor în citoplasmă este fixă. Porii excretori ai vacuolelor au şi ei o poziție bine definită, putând constitui un caracter taxonomic. Vacuola contractilă poate să lipsească la unele forme marine sau parazite.

Vacuola contractilă (fig. 2) este înconjurată de un sistem de canalicule care poate fi pus în evidență doar prin tehnici de electronografie. Vacuola contractilă propriu-zisă (*rezervorul*) este alimentată, în anumite cazuri, de nişte *canale colectoare* lungi, care pornesc din endoplasmă şi care se lărgesc pentru a constitui o dilatare numită *ampulă*. Ampula se leagă de rezervor printr-un *canal conectiv*. Canalele colectoare sunt înconjurate de o citoplasmă excretoare numită „nefridioplasmă” sau spongiom şi este constituită dintr-o rețea foarte complexă de canalicule fine, în legătură cu o serie de lacune sau tubuli. Cei mai fini tubuli măsoară doar 20-50 nm, iar unii dintre ei se asociază în fascicule

constituind un *sistem ortotubular.* Rezervorul vacuolei contractile se descarcă la exterior prin intermediul unui por numit şi *diafragmă.* La *Paramecium, Frononia* şi *Neobursaridium*, vacuola contractilă este înconjurată de canale colectoare lungi, adesea cu un traseu sinuos. Majoritatea ciliatelor prezintă vacuole satelite care sunt echivalente ampulelor de la *Paramecium.*

În general, se acceptă că aceste vacuole joacă un rol osmo-reglator (întrucât concentrația salină a citoplasmei animalului este mai mare decât cea a mediului înconjurător). Apa pătrunde în interiorul ciliatului prin osmoză, traversând membrana plasmatică sau în momentul hrănirii, când particula nutritivă este înglobată în vacuola digestivă împreună cu o picătură de apă. Această apă este eliminată prin pompa regulatoare reprezentată de vacuola contractilă. Acest fapt explică de ce vacuolele contractile sunt, în general, absente la unele forme marine sau parazite. La *Paramecium caudatum*, la care există două vacuole contractile, s-a descris comportamentul acestui organit, prin înregistrare cinematografică (fig. 10 A).

Reumplerea vacuolei (diastola) cuprinde două faze. Prima fază este rapidă, şi este determinată de sosirea lichidului provenit din ampule şi canalele colectoare. Faza a doua, este mai lentă şi sfârşeşte prin rotunjirea rezervorului. Volumul său rămâne neschimbat timp de o perioadă scurtă, apoi o mică cantitate de lichid refulează din rezervor spre ampule. După o altă perioadă scurtă, lichidul rezervorului este expulzat în exteriorul celulei prin porul excretor. În sfârşit, după un ultim timp de repaus, începe o nouă diastolă

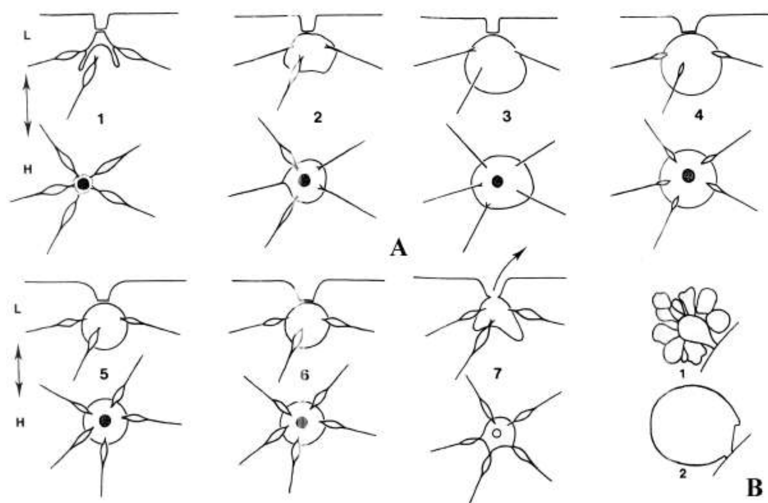


Fig. 10. Funcționarea vacuolelor contractile la ciliate: **A** – comportamentul vacuolei contractile la *Paramecium caudatum* văzută lateral (L) şi de sus (H); **B** – cele două stadii extreme ale ciclului vacuolei contractile de *Tetrahymena* (vedere laterală) (după Patterson, 1976, 1977).

Ciliatele diferă (cu câteva excepții) de celelalte organisme prin faptul că sunt polienergide heterocariote. Aparatul lor nuclear este constituit din unul sau mai mulți macronuclei şi unul până la 20 micronuclei (fig. 11). Macronucleul masiv, poliploid se prezintă sub forme extrem de diverse putând fi: reniform, sferic, moniliform, cu aspect de halteră sau potcoavă etc. El este numit şi nucleu vegetativ întrucât nu este implicat în reproducera sexuată, dar are rol în metabolism, în diviziunea mitotică, în controlul diferențierii celulare şi este responsabil de controlul genic al fenotipului prin intermediul proteinelor de sinteză. Micronucleii sunt mici, rotunjiți şi diploizi. În micronucleu este stocat

materialul genetic, el fiind responsabil de schimburile genetice şi reorganizarea nucleară şi dă totodată naştere la macronucleu.

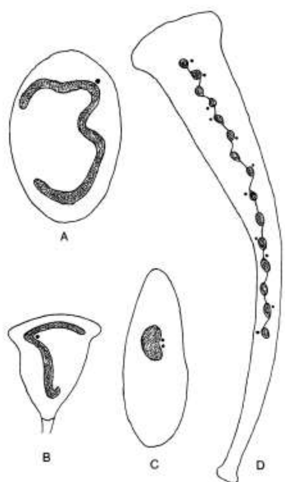


Fig. 11. Aparatul nuclear al ciliatelor: **A** – *Euplotes*; **B** – *Vorticella*; **C** – *Paramecium*; **D** – *Stentor* (din Barnes, 1987)

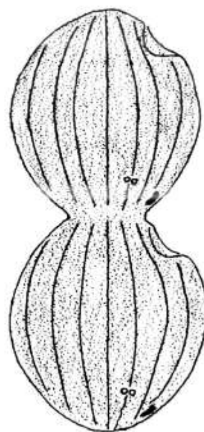


Fig. 12. Bipartiția transversală la *Tetrahymena* (din Ruppert şi colab., 2004)

La ciliate, reproducerea se face atât pe cale asexuată cât şi sexuată.

Reproducerea asexuată se poate realiza prin bipartiție transversală (fig. 12) (la peritrichi longitudinală), sau prin înmugurire, externă sau internă (fig. 13). Diviziunea macronucleului este acompaniată de constricția sa. Atunci când există mai mulți macronuclei, aceştia se contopesc, înaintea diviziunii, într-unul singur. Celelalte organite se repartizează la cele două celule fiice. Deşi nu există centrioli, kinetosomii multor ciliate, la fel ca şi granulii bazali ai flagelatelor, se divid în timpul bipartiției. Mai mult, kinetosomii joacă un rol esențial în re-

formarea organitelor celulare. Toate organitele pot fi re-formate dacă celula fiică conține un fragment de macronucleu şi câțiva kinetosomi.

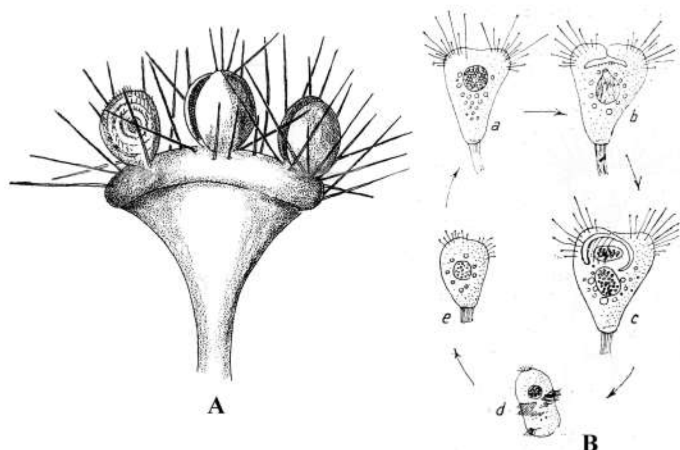


Fig. 13. Acinețieni – înmugurirea şi ciclul evolutiv: **A** – *Ephelota gemmipara* şi înmugurirea externă, multiplă; **B** – *Tokophrya* – ciclul (înmugurire internă, simplă) (după Grassé, 1970).

La unele ciliate, diviziunea se petrece sub un chist. Uneori, ciliatele se închistează şi pentru ingerarea unei prăzi mai mari. Totuşi, în general, închistarea are loc atunci când condițiile de mediu devin nefavorabile. Această închistare este, însă un mijloc de dispersie.

Reproducerea sexuată. Legat de starea polienergidă heterocariotă, la ciliate, sexualitatea îmbracă aspectul *conjugării* (fig. 14). Uneori, reproducerea sexuată se poate realiza prin *endomixie* (*automixie*). Fenomenul conjugării implică alipirea temporară a doi indivizi, compatibili din punct de vedere sexual şi care aparțin aceleiaşi specii, între care au loc schimburi de substanță nucleară.

Conjugarea este *izogamă*, atunci când cei doi *conjuganți* sunt identici iar fenomenele sunt bilaterale (*Paramecium, Stylonychia*). Ea poate fi şi *anizogamă* când cuplul este format dintr-un micro- şi un macroconjugant, ultimul absorbindu-l pe celălalt. Conjugarea izogamă de la *Paramecium caudatum*, urmează următorul curs: indivizii devin lipicioşi şi randomic se unesc câte doi prin peristoamele lor, între ei stabilindu-se o punte citoplasmatică. Macronucleul care nu este implicat în conjugare se dezagregă treptat în citoplasmă. Micronucleul suferă două diviziuni pregamice succesive (a doua reducțională), care conduc la formarea a 4 micronuclei, din care 3 se resorb.

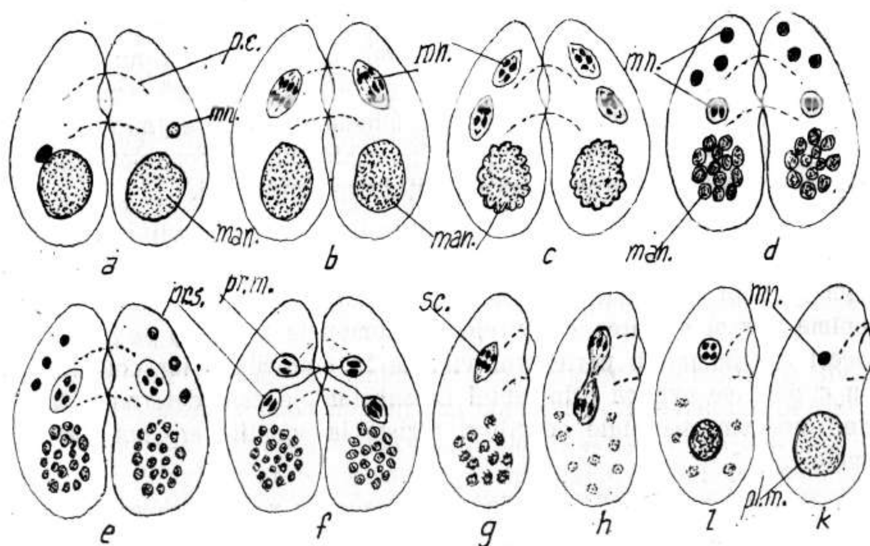


Fig. 14. *Chilodon uncinatum* – conjugarea: **man** – macronucleu; **mn** – micronucleu; **pc** – punte citoplasmatică; **pl m** – placentă de macronucleu; **pr m** – pronucleu migrator; **pr s** – pronucleu staționar; **sc –** sincarion (din Aioanei, 2003)

Micronucleul rămas, suferă o diviziune ecvațională dând naştere le doi nuclei haploizi: un *pronucleu migrator* (mascul) şi un *pronucleu staționar* (femel).

Pronucleul migrator al fiecărui conjugant migreză prin intermediul punții citoplasmatice în celălalt partener, şi fuzionează cu staționarul acestuia, dând un nucleu de fecundație sau *sincarion*, care are valoare de zigot diploid. Imediat după formarea sincarionului, puntea citoplasmatică se rupe, şi cei doi conjuganți se separă devenind exconjuganți. În fiecare exconjugant, sincarionul suferă trei diviziuni ecvaționale postgamice, succesive, cu formarea a 8 nuclei, din care: 4 mari (*placente de macronuclei*) şi 4 mici (*placente de micronuclei*).

Există păreri diferite în ceea ce priveşte continuarea acestui proces. După Hyman (1940) şi Kudo (1960) cit. de Aioanei (2003), fiecare exconjugant cu 8 nuclei, suferă două plasmotomii succesive ce au ca rezultat apariția a patru indivizi cu câte un micro- şi un macronucleu. După Jennings, din cei opt nuclei rezultați din sincarion, numai 5 rămân viabili: 4 placente de macronuclei şi un micronucleu. Două plasmotonii postgamice, precedate fiecare de câte o mitoză a micronucleului, repartizează placentele la indivizii-fii. Macronucleul se formează prin poliploidizare. Indivizii cu echipamentul nuclear reorganizat vor continua diviziunile, fiecare fiind punctul de plecare al unui nou clon.

Conjugarea anizogamă pare să reprezinte o adaptare a vieții sesile a unor specii de ciliate mai specializate. În conjugarea anizogamă, conjuganții sunt puțin mai mici decât indivizii neconjuganți sau cei doi parteneri de conjugare au dimensiuni diferite. Asemenea macro- şi microconjuganți dioici

există la *Vorticella* (fig. 15). Macroconjugantul rămâne fixat pe peduncul. Individul care va evolua în microconjugant se divide de două ori, iar cei patru indivizi rezultați se desprind de pe peduncul şi înoată cu ajutorul ciliaturii aborale apărută în zona opusă peristomului, şi generată sub acțiunea infraciliaturii de rezervă. Dacă întâlneşte un macroconjugant, microconjugantul se aplică lateral pe acesta. În cei doi conjuganți au loc fenomene pregamice şi din cei patru pronuclei, câte doi în fiecare, (unul migrator şi unul staționar), numai doi, migratorul microconjugantului şi staționarul macroconjugantului vor fuziona dând sincarionul. Ceilalți doi nuclei se resorb şi conținutul microconjugantului trece în macroconjugant, corpul primului rămânînd ataşat de clopotul macroconjugantului până se chirceşte şi dispare cu timpul. Astfel, la peritrichi, conjugarea ia aspectul unei copulații, fiind ultima expresie a conjugării anizogame.

Au existat numeroase studii care au încercat să descifreze cauzele care determină conjugarea. Primul care a descris prin tehnici simple, fenomenele ce se petrec în timpul acestui proces a fost Maupas, care punea pe primul plan factorii interni (starea fiziologică a animalului). El considera că o populație de ciliate are o *perioadă de tinerețe*, în care indivizii se înmulțesc intens fără a conjuga, şi o *perioadă de maturitate*, când diviziunile scad sau încetează şi apare conjugarea. Dacă dintr-o anumită cauză, indivizii maturi nu pot conjuga, ei vor îmbătrâni şi vor muri. Dacă, însă, aceşti indivizi conjugă, ei intră într-o nouă perioadă de tinerețe marcată prin frecvența mare a diviziunilor. Acelaşi autor a mai remarcat faptul că pentru a conjuga, partenerii perechii nu trebuie să

aparţină aceluiaşi clon. La unele specii de ciliate (ex. *Paramecium)*, s-au pus în evidenţă existenţa unor *varietăţi fiziologice* şi, în cadrul aceleiaşi varietăţi mai multe *tipuri de împerechere*. Tipul de împerechere este reprezentat de către descendenţii aceleiaşi *carionide* (placente de macronucleu). Deci, tipul de împerechere este determinat de macronucleu iar pentru a conjuga, partenerii trebuie să aparţină unor tipuri de împerechere complementare.

De asemenea, s-a constatat existenţa de varietăţi care prezintă două tipuri de împerechere (+ şi -), precum şi faptul că în cadrul aceleiaşi varietăţi, numărul cuplurilor de conjuganţi este 95%. Între varietăţi, perechile sunt rare sau absente iar puţinii conjuganţii care se formează nu dau descendenţi. În acest caz, s-a demonstrat citologic, că după aproximativ 16 ore de la conjugare, se produc anomalii nucleare (micronucleul suferă o singură diviziune) şi schimbul de pronuclei nu mai are loc. Acest fapt ar putea fi determinat de existenţa unei incompatibilităţi între conjuganţi.

S-a demonstrat că ciliatele vii pot conjuga cu cadavre proaspete, dacă acestea aparţin unui tip de împerechere complementar. Acest fapt poate fi demonstrat prin formolizarea animalelor şi spălarea cadavrelor. Fenomenele nucleare au loc în acest caz numai în conjugantul viu, ca în *endomixie*. Constituirea cuplurilor de conjuganţi ar putea fi explicată prin faptul că substanţele secretate de cili şi care determină împerecherea ar fi rezistente la agenţi care omoară animalele.

Sonneborn (1943) cit. de Aioanei (2003) a evidenţiat, la *Paramecium aurelia*, existenţa de rase „ucigaşe” sau „killer” şi rase „sensibile”. Ulterior, s-a

descoperit în mediul de cultură al raselor ucigaşe o dezoxiribonucleoproteină foarte rezistentă (*paramecina*), care omoară indivizii raselor sensibile. S-a constatat că unii indivizi sensibili conjugă cu indivizi ucigaşi şi, deşi exconjuganții capătă genotip identic, urmaşii lor diferă: ucigaşul dă descendenți ucigaşi iar sensibilul descendenți sensibili. Deosebirea dintre cele două rase s-ar datora diferențelor citoplasmatice, în citoplasma ucigaşului fiind prezentă o plasmagenă (*particulă kappa*) care conferă caracterul de ucigaş.

În mod normal, puntea citoplasmatică dintre conjuganți durează doar un minut, timp în care se face schimbul de pronuclei migratori. Dacă puntea durează 30 de minute, între conjuganți, pe lângă schimbul de pronuclei are loc şi un schimb citoplasmatic. În acest caz, plasmagena „K" din ucigaş trece în citoplasma sensibilului conferindu-i acestuia caracter de ucigaş. Particulele Kappa sunt considerate virusuri sau bacterii simbionte. Ele sunt autoreproductibile şi conțin, după unii autori, ADN. Raze X şi temperaturile ridicate distrug aceste particule, iar individul ucigaş devine sensibil, caracter care se transmite ereditar. S-a observat că unii indivizi sensibili, ținuți în triturat de ucigaşi devin ucigaşi şi dau o descendență ucigaşă. Acest fapt demonstrează că fixarea particulei kappa este dependentă de prezența în nucleu a unei *gene K*. Homozigoții (kk) ce nu prezintă gena K, nu fixează kappa-particula şi rămân sensibili.

Conjugarea este influențată atât de factori interni (genetici, starea fiziologică a animalului etc.), cât şi de factori externi (lumină, temperatură, pH, concentrația de săruri a mediului, abundența sau absența hranei).

Reproducerea sexuată a ciliatelor poate să îmbrace şi forma endomixiei (automixiei). Acest mod de reproducere s-a observat în culturile de ciliate la care nu s-a constatat conjugarea. În aceste culturi, indivizi izolați petrec periodic fenomene caracteristice conjugării. Aceşti indivizi se unesc în cupluri, dar între ei nu are loc un schimb de substanță nucleară. Sincarionul care se formează, rezultă din nucleii proprii la fel ca şi în pedogamia (autogamia) heliozoarelor. Acest proces este numit de diverşi autori şi *citogamie*.

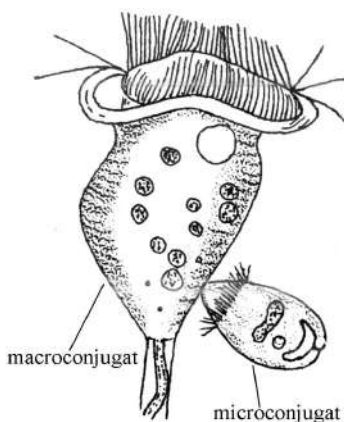


Fig. 15. Conjugarea anizogamă la *Vorticella* (după Barnes, 1987)

Ciliatele populează apele marine, salmastre, dulcicole de toate categoriile, interstițiile nisipului sau solul umed (forme edafice). Unele specii reprezintă indicatori biologici (de exemplu *Colpoda cucullus* este o specie care indică o apă alfa-mezosaprobă).

Printre ciliate există relativ puține specii parazite, dar multe dintre ele sunt ecto- sau endocomensale. Foarte mulți suctori sunt comensali iar un mic număr sunt paraziți. Gazdele sunt reprezentate de numeroase nevertebrate (chiar ciliate), peşti sau mamifere. *Endosphaera* este parazită în corpul peritrichului *Telotrochidium,* iar *Sphaerophyra* trăieşte în endoplasmă la *Stentor*.

Un alt grup de ciliate extrem de specializate, entodiniomorfele, trăiesc ca organisme simbionte sau comensale în tractusul digestiv al copitatelor, în special la rumegătoare, ecvide, proboscidieni.

Există puține ciliate care demonstrează relații simbiotice, de exemplu *Paramecium bursaria* în a cărui endoplasmă abundă zooclorele.

Clasa Kinetofragminophora. Kinete izolate în regiunea orală a corpului care poartă cili dar nu şi organele ciliare compuse.

Subclasa Gymnostomata. Citostomul aproape de suprafața corpului, localizat la capătul anterioar sau lateral. Ciliatura somatică, în general uniformă. *Coleps, Didinium, Dileptus, Lacrimaria* etc.

Subclasa Vestibulifera. Citostomul situat într-un vestibul cu ciliatură distinctă. Specii libere sau simbionte. *Colpoda, Balantidium, Entodinium*.

Subclasa Hypostomata. Corp cilindric sau turtit dorso-ventral, cu gura pe paretea ventrală. Adesea ciliatura somatică redusă. Specii libere şi numeroase simbionte. *Nasula, Chilodochona, Stylochona,Chromidina.*

Subclasa Suctoria. Forme sesile, în general pedunculate, cu tentacule la capătul liber. Cilii lipsesc la adulți dar sunt prezenți la stadiile imature libere.

Majoritatea sunt ectosimbionți pe nevertebrate acvatice. *Acineta, Ephelota, Podophrya.*

Clasa Oligohymenophora. Aparatul oral deobicei dezvoltat şi cu organele ciliare compuse.

Subclasa Hymenostomata. Ciliatura corpului, în general uniformă iar structurile orale neevidente. *Colpidium, Tetrahymena, Paramecium, Pleuronema.*

Subclasa Peritricha. Majoritatea sesile, cu ciliatură somatică redusă. Banda ciliară orală în general evidentă. *Vorticella, Trichodina, Lagenophrys*.

Clasa Polyhymenophora**.** Regiunea orală cu zonă adorală de membranele evidentă. Forme cu ciliatură somatică uniformă sau cirri.

Subclasa Spirotricha. Prezintă caracteristicile clasei. Ordinul Heterotrichida. Ciliate în general mari, cu ciliatură somatică uniformă. *Stentor, Bursaria, Spirostomum, Blepharisma.* Ordinul Odontostomatida. Forme turtite lateral, cu aspect de pană, şi ciliatură somatică redusă. *Saprodinium.* Ordinul Oligotrichida. Ciliatură somatică redusă dar cu organele ciliare bucale extinse. *Halteria.* Ordinul Hypotrichida. Ciliate turtite dorso-ventral, cu cirri situați pe partea ventrală. *Stylonychia, Euplotes, Urostyla.*

Aspectele care privesc filogenia protozoarelor sunt încă destul de departe de a fi elucidate, ele rămânând şi astăzi în stadiul de ipoteze. Filogenia oricărui grup de organisme se stabileşte prin confruntarea datelor de morfologie comparată a formelor actuale şi a formelor fosile, prin analizarea aspectelor ontogenetice, fiziologice, biochimice, imunologice, genetice etc.

REZUMAT

Capitolul 1 reuneşte reprezentanți ai Protozoarelor - cele mai simple organisme eucariote unicelulare, ce se încadrează în Regnul Protista, subregnul Protozoa. Înainte de clasificarea propriu-zisă, sunt precizate caracterele generale ale protozoarelor, cu referire la funcțiile îndeplinite de aceste viețuitoare şi organitele citoplasmatice şi de mişcare care le caracterizează. Sunt prezentate cinci filumuri: Sarcomastigophora, Sarcodina, Apicomplexa, Microspora, Myxozoa şi Ciliophora, fiecare dintre acestea cu cele mai reprezentative specii.

ÎNTREBĂRI

1. Precizați care sunt caracterele generale ale protozoarelor.
2. Dați exemple de protozoare libere!
3. Descrieți ciclul evolutiv la *Plasmodium malariae*!
4. Ce este conjugarea şi care este importanța acestui proces?
5. Descrieți ultrastructura flagelului!
6. Descrieți alcătuirea vacuolei contractile la protozoare!
7. Care sunt modalitățile de reproducere asexuată la protozoare?
8. Cum se hrănesc protozoarele?

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Aioanei, F., 2003. Zoologia nevertebratelor. Partea I: Protozoa. Seria Biologie-Agricultură, proiect Leonardo da Vinci RO/01/B/F/PP 141072, Bucureşti, ISBN 973-0-03117-7, 120 p.
2. Barnes, R. D., 1987. Invertebrate Zoology. Fifth Edition. Saunders College Publishing, New York, 893 p.
3. Cheng, C. T., 1974. General parazitology. Academic Press., Inc., New York, London.
4. Chiriac, E., 1975. Parazitologie generală. Edit. Didact. Pedag., Bucureşti.
5. Nechifor M., 2002. Biologie şi patologie celulară. Vol. 1. Ed. Ars Docendi, Bucureşti.
6. Patterson, D. J., 1981. The behavior of cilia on ciliates. J. Biol. Educ., 15:193-202.

CAPITOLUL 2

ORIGINEA METAZOARELOR

OBIECTIVE:

- înțelegerea noțiunii de metazoar şi a diferențelor dintre diblastice şi triblastice, respectiv între protostomieni şi deuterostomieni;
- descrierea tipurilor de ouă şi de segmentare la metazoare;
- descrierea procesului de gastrulație;
- înțelegerea modului în care se formează mezodermul şi celomul.

CUVINTE CHEIE:

- metazoare
- blastulă, blastocel, celom
- gastrulă
- teloblaste
- mezoderm

Caractere generale ale metazoarelor

Metazoarele sunt eucariote pluricelulare, heterotrofe, care se dezvoltă dintr-o blastulă provenită dintr-un zigot diploid, format prin unirea a doi

anizogameți haploizi. În dezvoltarea lor embrionară parcurg obligatoriu stadiile de *blastulă* şi *gastrulă*, celelalte stadii variind de la filum la filum. În fauna actuală, din cele aproximativ 25 de filumuri, doar unul, Chordata, reuneşte organisme animale care nu aparțin nevertebratelor. Fig. 16 ilustreză filogenia regnului animal acceptată de majoritatea zoologilor contemporani.

Fiind organisme eucariote, celula metazoarelor este o celulă integrată într-o entitate de ordin superior reprezentată de individul pluricelular. Integrarea celulară constă în capacitatea celulelor de a se adapta şi specializa în vederea îndeplinirii anumitor funcții. Integrarea şi diferențierea fiziologică a celulelor, în anumite direcții, este concomitentă cu diferențierea lor morfologică. Această heterogenitate celulară care se naşte duce la perfecționarea organizației şi la apariția de țesuturi, organe, sisteme şi aparate.

Coordonarea diferitelor funcții ale organismului se realizează atât pe cale hormonală cât şi nervoasă acestea acționînd împreună.

Metazoarele au o nutriție heterotrofă, cea primitivă fiind intracelulareă (prin fagocitoză) dar care în evoluția metazoarelor este înlocuită treptat de cea cavitară, fagocitoza rămânând doar un act de apărare al organismului.

Reproducerea metazoarelor decurge atât asexuat cât şi sexuat. Reproducerea asexuată se întâlneşte în general la grupele primitive, fiind înlocuită treptat la cele superioare de către cea sexuată. La acestea din urmă, sexualitatea se regăseşte doar sub forma ei extremă şi evoluată, anizogamia, în care intervin ovulele şi spermatozoizii, ultimii cu structură flagelată, fapt care pledează în favoarea originii metazoarelor într-un grup de flagelate.

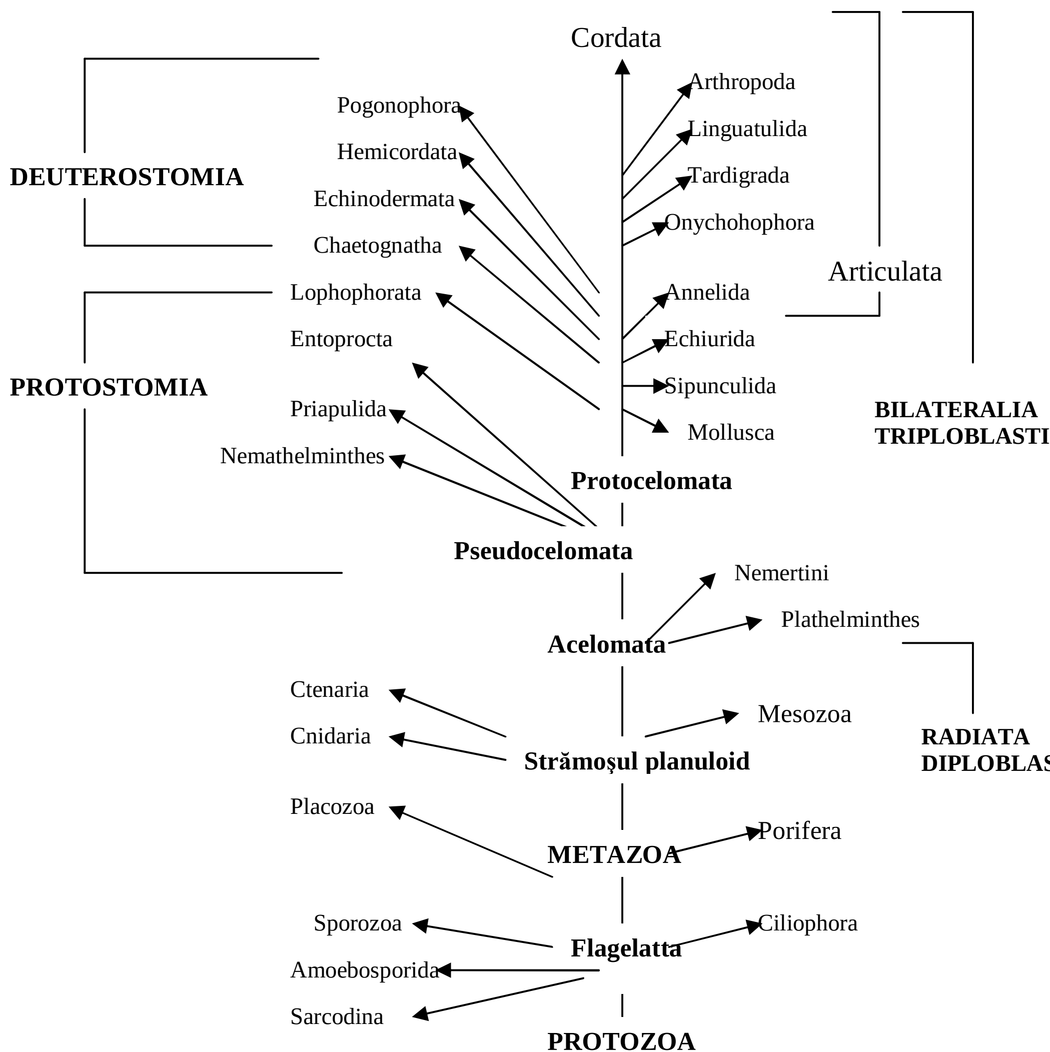


Fig. 16. Arborele filogenetic privind încrengăturile şi treptele evolutive ale regnului animal (adaptare după Firă şi Năstăsescu, 1977)

Metazoarele sunt diplonte, faza haploidă, scurtă, este redusă la gameți. Gameții sunt celulele sexuale totipotente care după fecundație dau naştere oului (zigotului). În urma segmentării, oul va da un individ pluricelular, parcurgând mai multe stadii care la un loc constituie ontogeneza.

Procesul specializării şi diferențierii celulare impune trecerea gradată de la stadiul de ou la cel de adult, proces numit ontogenie. În dezvoltarea lor ontogenetică, metazoarele trec prin două perioade: o dezvoltare embrionară (morfogeneza) şi una postembrionară.

Etapele principale ale dezvoltării embrionare cuprind: segmentarea, formarea foițelor embrionare, embriogeneza şi histogeneza.

Tipuri de ouă întâlnite la metazoare

Ontogenia metazoarelor decurge diferit în funcție de tipul de ou. Oul este alcătuit din nucleu, şi citoplasmă formatoare care conține drept substanță de rezervă vitelus deutoplasmă. Simetria oului este radiară, uneori cu tendințe de bilateralitate. Oul prezină un ax polar (ax principal) care trece prin cei doi poli ai săi: animal şi vegetativ.

La metazoare, după raporturile poziționale dintre ovul şi masa vitelină oul poate fi: endolecit, când vitelusul este distribuit în interiorul ovulului sau ectolecit, atunci când vitelusul se găseşte în afara ovulului.

În funcție de cantitatea şi repartiția vitelusului (fig. 17), oul **endolecit** poate fi:

1) Ou **alecit** (oligolecit), la care vitelusul poate lipsi sau este în cantitate mică, fiind uniform distribuit în citoplasma oului (*izolecit* sau *homolecit*). Acest tip de ou are dimensiuni microscopice fiind caracteristic pentru spongieri, cnidari echinoderme şi *Amphioxus*.

2) Oul **heterolecit**, cu vitelus în cantitate mare, şi cantonat la polul vegetativ. Astfel de ouă sunt prezente la ctenofori anelide şi moluşte (exceptând cefalopodele).

3) Oul **telolecit**, cu o cantitate mare şi compactă de vitelus, care ocupă cea mai mare parte a oului. Masa de vitelus împinge pătura de *citoplasmă formatoare* (*discul germinativ*) spre polul animal al oului. Acest tip de ou este caracteristic cefalopodelor, scorpionilor (dintre arachnide), şi majorității vertebratelor.

4) Oul **centrolecit** prezintă la exterior o membrană groasă, secundară, numită corion, care este secretată de celulele foliculare ale ovarului. Sub corion se găseşte membrana vitelină (membrană primară). Cantitatea mare de vitelus, ocupă partea centrală a oului şi este fragmentată de către punțile citoplasmatice în teritorii de vitelus. Punțile citoplasmatice fac legătura dintre citoplasma centrală şi cea periferică. La partea apicală a oului se află un mic orificiu numit micropil care reprezintă poarta de intrare a spermatozoidului care fecundează oul. Acest tip de ou se întâlneşte la insecte.

La oul **ectolecit**, ovulul alecit este înconjurat de vitelus care este distribuit în afara acestuia. Acest tip de ou este caracteristic platelminților şi aminteşte de structura gonadei femelei.

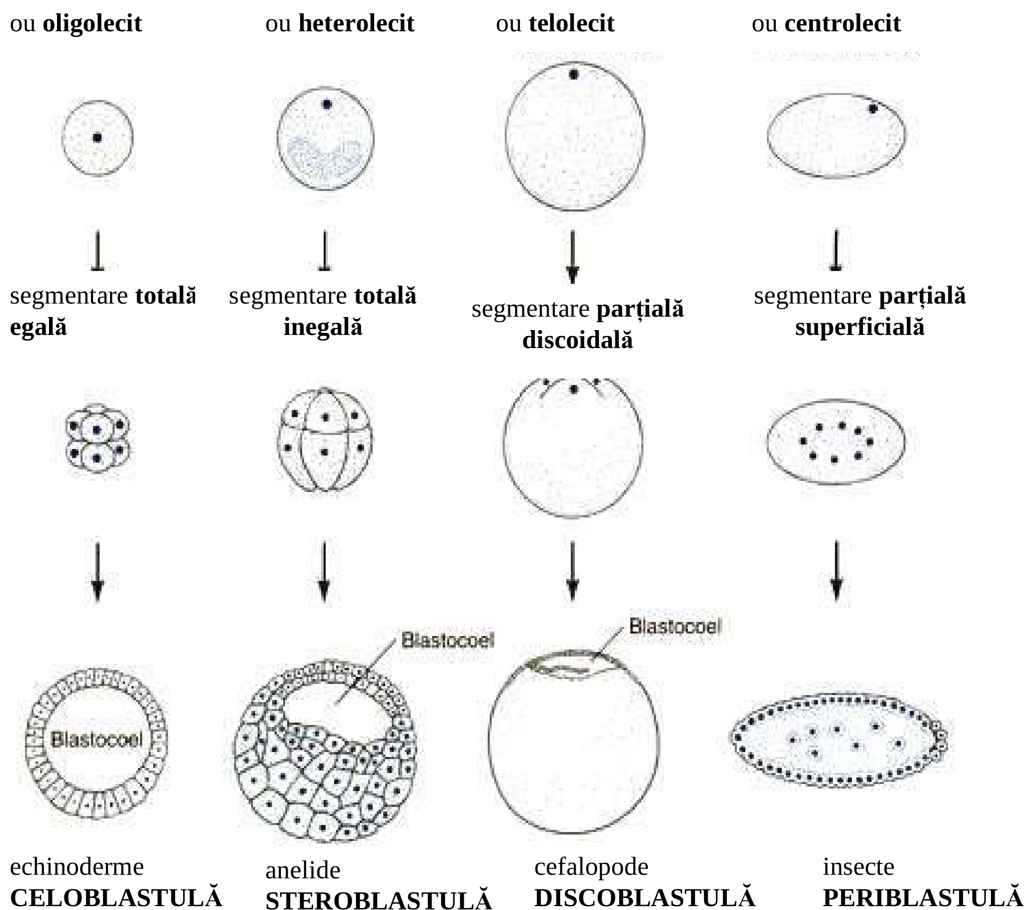


Fig. 17. Tipuri de ouă, de segmentare şi de blastulă (adaptare după Kalthoff, 2001; http://sci.muni.cz/ptacek/REPRODUKCE2.htm)

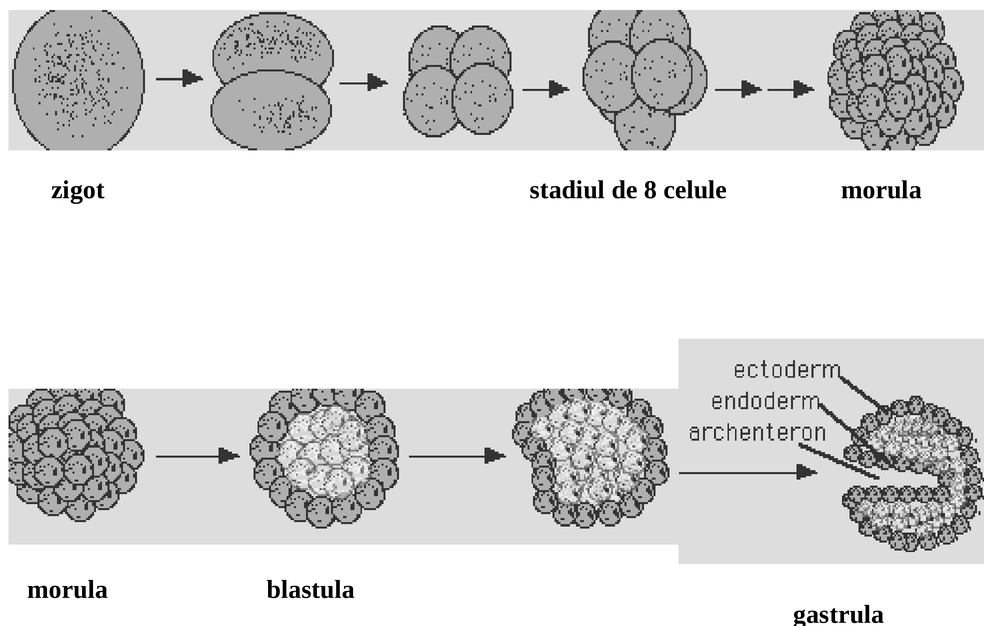


Fig. 18. Gastrulația – diferențierea foițelor embrionare primare (adaptare după http://www.utm.edu/departments/cens/biology/rirwin/ancanim.htm)

Segmentarea oului

Palintomia, fără separarea produşilor rezultați, este unica posibilitate de formare a metazoarelor în procesele lor de reproducere sexuată. Oul este o celulă hipertrofică a cărei segmentare reprezintă repartizarea materialului formator (vitelusului) şi a citoplasmei sale în celule fiice numite blastomere.

La metazoare, în cadrul ontogenezei, destinul embrionar al blastomerelor rezultate în urma segmentării este determinat mai de timpuriu sau mai târziu. La platelminți, moluşte sau anelide, destinul celulelor embrionare este determinat foarte de timpuriu. În acest caz, dacă oului îi este permisă segmentarea până la stadiul de patru blastomere iar ulterior acestea sunt separate, fiecare va forma un sfert de gastrulă şi respectiv larvă. Astfel, fiecare celulă are un destin predeterminat care nu poate fi alterat dacă celula este îndepărtată din poziția sa originară ocupată în embrion. Formarea acestor blastomere care au contribuții embrionare predestinate poartă numele de **segmentare determinată** sau în **mozaic** şi este caracteristică protostomienilor. Din contră, dacă oul unui echinoderm este lăsat să sufere segmentare până în stadiul de patru blastomere, iar apoi acestea sunt separate, din fiecare blastomer se va forma o nouă gastrulă şi apoi o larvă. Această formare de blastomere cu destin nefixat se numeşte **segmentare nedeterminată** sau cu **compensare** şi este comună deuterostomienilor.

Segmentarea nu este similară la toate grupele de metazoare ci depinde tipul de ou (fig. 17). În funcție de aceste criterii, segmentarea poate fi: *totală* sau *parțială*. În segmentarea totală, întreaga masă a oului participă la formarea blastomerelor, iar segmentarea poate fi *egală* sau *inegală*. În segmentarea parțială, care poate fi *discoidală* sau *superficială*, masa inertă şi uniformă de vitelus nu participă în segmentare, aceasta limitându-se doar la citoplasma

formatoare. În acest tip de segmentare vitelusul este consumat în timpul embriogenezei.

Segmentarea totală şi **egală** are loc la oul oligolecit, la care cantitatea mică şi uniform repartizată de vitelus nu împiedică planurile de diviziune iar blastomerele rezultate din segmentare sunt egale. În acest caz, întreaga masă de vitelus este uniform repartizată în blastomere.

Segmentarea totală şi **inegală** este caracteristică oului heterolecit, la care cantitatea mare de vitelus de la polul vegetativ face ca ultimul plan transversal de diviziune (înaintea formării stadiului de 8 blastomere) să treacă deasupra ecuatorului oului. Se formează astfel, 4 *micromere* (blastomere mici) încărcate cu puțin vitelus, la polul animal şi 4 *macromere* (blastomere mari) ce conțin majoritatea cantității de vitelus, situate la polul vegetativ al oului.

Segmentarea parțială şi **discoidală** se petrece la ouăle teloleciteu, la care vitelusul compact şi în cantitate mare împinge pătura subțire de citoplasmă formatoare sub formă de disc (*disc germinativ*), la polul animal al oului. În segmentare participă doar discul embrionar care se constituie într-un disc blastomeric sau *disc embrionar*.

Segmentarea parțială şi **periferică** este caracteristică oului centrolecit. al cărui nucleu se divide activ iar majoritatea nucleilor-fii migrează prin punțile citoplasmatice în *blastemul nuclear*, periferic. Între aceşti nuclei apar limite celulare fapt ce duce la apariția unui *blastoderm periferic*, ce înconjură masa vitelină. Nucleii rămaşi în punțile citoplasmatice sau citoplasma centrală devin nuclei vitelofagi, care vor digera vitelusul.

Simetria segmentării condiționează simetria adultului După raporturile geometrice dintre blastomerele rezultate în urma segmentării se deosebesc următoarele tipuri de segmentare:

Segmentarea radiară are loc când axele de segmentare timpurie ale fusurilor de diviziune sunt fie paralele, fie în unghi drept, la axul polar al oului. Astfel, blastomerele rezultate într-un etaj sunt situate exact deasupra sau dedesubtul celor din etajul vecin. Sau cu alte cuvinte, în morula sau blastula tânără alternează regulat meridiane de blastomere cu şanțuri meridiane. Acest tip de segmentare este caracteristică pentru spongieri, cnidari şi echinoderme.

Segmentarea spirală este determinată de dispoziția oblică şi alternă a axelor fusurilor de diviziune, față de axul polar al oului. Acest lucru face ca blastomerele să posede un aranjament spiral, fiecare blastomer să fie situat între cele două blastomere de deasupra sau dedesubtul lui. Astfel, fiecare etaj de celule alternează în poziție cu seturile adiacente. Acest model de segmentare este caracteristic grupului Spiralia, şi are o mare semnificație filogenetică deoarece indică înrudirea dintre grupe îndepărtate cum sunt policladele, nemerțienii, anelidele, moluştele şi unele artropode. Întrucât segmentarea spirală este o segmentare determinată, este posibil de stabilit originea blastomerelor şi de a le compara în cadrul diverselor grupe de nevertebrate. În momentul când stadiul de blastulă a fost atins, toate foițele embrionare sunt trasate. De exemplu, ectodermul neural este derivat din blastomerul 2d din emisfera animală a oului, blastomer care s-a format după a patra segmentare.

Segmentarea biradiară (bisimetrică) este o segmentare de tip particular care caracterizează grupul ctenoforelor. În acest caz, blastomerele se dispun după două planuri de simetrie, care corespund planului longitudinal şi transversal al adultului.

Segmentarea bilaterală este rară în cadrul nevertebratelor şi se caracterizează prin dispunerea, încă de timpuriu, a blastomerelor, după un plan evident de simetrie bilaterală. Acest tip de simetrie este observată la rotiferi.

Indiferent de tipul segmentării, rezultatul ei conduce la constituirea unui agregat de celule numit **morulă,** alcătuit din numeroase blastomere între care rămân spații de segmentare. Ulterior, se formează stadiul de **blastulă** prin confluența spațiilor de segmentare şi formarea unei cavități centrale numită **blastocel** sau cavitate primară a corpului, care este delimitată de o pătură unistratificată de blastomere ce constituie **blastodermul.**

În funcție de tipul de ou şi deci de modul de segmentare, blastula care rezultă poate fi de următoarele tipuri (fig. 17):

- **Celoblastula** rezultă din segmentarea totală şi egală a oului oligolecit, având blastocelul spațios şi blastodermul alcătuit din celule egale, uneori ciliate
- **Steroblastula** este rezultatul segmentării totale şi inegale a oului heterolecit, având blastocel redus, micromere la polul animal şi macromere situate la polul vegetativ.

- **Discoblastula** se formează din segmentarea parțială şi discoidală a oului telolecit, având un blastocel virtual şi o calotă de blastomere mici, situată la polul animal şi care rezultă doar prin segmentarea citoplasmei formatoare.
- **Periblastula** rezultă din segmentarea parțială şi superficială a oului centrolecit. Blastocelul este plin cu vitelus în care se găsesc nuclei vitelofagi.

Odată cu apariția blastulei, procesul segmentării se încheie.

Gastrulația

Procesul prin care se diferențiază foițele embrionare (*ectodermul* şi *endodermul*) poartă numele de gastrulație (fig. 18). Modul de formare a stadiului de gastrulă diferă de la un grup la altul iar procesul gastrulației se poate desfăşura pe mai multe căi:

Gastrulația prin invaginare (embolie) caracterizează celoblastula, la care blastodermul polului vegetativ se invaginează formând o cavitate digestivă primară numită *arhenteron* (intestin primitiv), care comunică cu exteriorul printr-un orificiu ce reprezintă *blastoporul* (gura primitivă). Blastodermul care căptuşeşte arhenteronul formează endodermul iar cel care delimitează gastrula le exterior alcătuieşte ectodermul. Între ectoderm şi endoderm se găseşte blastocelul care este redus sau devine virtual prin alipirea celor două foițe embrionare.

Gastrulația prin acoperire (epibolie) este caracteristică steroblastulei. În acest caz, micromerele polului animal, datorită cantității mici de vitelus, se divid mult mai rapid şi acoperă macromerele care se divid mult mai greu iar în final devin interne.

Gastrulația prin proliferare unipolară sau **multipolară** decurge prin proliferarea unor celule, dintr-unul sau mai multe puncte ale blastodermului, cu formarea unui masiv endodermic, care ulterior se ordonează într-un endoderm. Prin realizarea racordului dintre cele două foițe embrionare se va deschide apoi blastoporul.

Gastrulația prin imigrare unipolară sau multipolară este asemănătoare cu proliferarea, dar se face, spre deosebire de aceasta, prin desprinderea şi migrarea în blastocel, a unor celule, din unul sau mai multe puncte ale blastodermului.

Gastrulația prin delaminare decurge printr-o clivare a blastodermului care va conduce la formarea ecto- şi endodermului. Ulterior endodermul înaintează spre interior, iar în punctul de contact cu ectodermul va apare blastoporul.

Primele două tipuri sunt cele mai comune moduri de formare a gastrulei, dar nu şi cele mai primitive, aşa cum erau considerate de către Haeckel. Aşa cum, corect considera Mecinikov, cele mai primitive moduri de gastrulație sunt imigrarea, proliferarea şi delaminarea, care sunt prezente la unii spongieri şi celenterate, şi care duc la apariția unui masiv endodermic fagocitar (Firă şi

Năstăsescu, 1977). Aceste modalități de gastrulație conduc la parenchimula spongierilor sau la planula didermică şi ciliată a cnidarilor.

Formarea mezodermului şi celomului

Formele primitive de metazoare îşi realizează ontogenia doar cu două foițe embrionare, ecto- şi endoderm care vor sta la originea viitoarelor organe definitive. Aceste forme, care se opresc în dezvoltarea ontogenetică în stadiul de gastrulă, constituie grupul metazoarelor didermice sau diploblastice. La restul grupelor de metazoare, procesele de gastrulație conduc la formarea celei de-a treia foițe embrionare, *mezodermul*, care îşi are originea în endoderm. La eucelomate, mezodermul se organizează în foiță şi delimitează cavitatea generală a corpului care este numită *celom*. În cadrul metazoarelor eucelomate, modul în care se formează mezodermul şi celomul este diferit. Protostomienii îşi formează mezodermul şi celomul prin *schizocelie*, pe când la deuterostomieni acestea apar prin enterocelie.

Formarea schizocelică sau *teloblastică* a mezodermului şi celomului (fig. 19) este caracteristică protostomienilor. La toate aceste grupe, endomezenchimul se formează dintr-o singură celulă, numită *celulă mezentoblastică* (*somita 4d*), apărută la a şasea segmentare a oului. Această celulă dă naştere la două *teloblaste mamă* (celule mezodermice primordiale) sau *inițiale mezodermice*, localizate la limita dintre ecto- şi endoderm, de o parte şi de alta a blastoporului. Teloblastele se divid activ şi formează de o parte şi de

alta a arhenteronului două benzi teloblastice de celule fiice care la rândul lor prin diviziune vor forma două masive mezodermice. Spațiile de segmentare dintre celulele masivelor mezodermice se unesc şi în fiecare masiv se vor forma două cavități celomice (*saci celomici*), ce se vor dezvolta în detrimentul blastocelului, care se restrânge puternic. Sacii celomici au pereți mezodermici unistratificați. Peretele lor extern, dinspre ectoderm, poartă numele de foiță parietală sau s*omatopleură*, iar cel intern, dinspre intestin, *splanchnopleură*. Cele două splanchnopleure învelesc intestinul, iar deasupra şi dedesubtul intestinului, dorsal şi ventral, se unesc pentru a forma mezenterul dorsal şi mezenterul ventral, care susțin intestinul. Cavitățile celomice constituie cavitatea generală a corpului, care din cauză că înlocuieşte blastocelul, este considerată cavitate secundară a corpului. Din cauza acestui mod de apariție a mezodermului şi celomului, protostomienii mai sunt cunoscuți şi sub numele de *schizocelomate* sau *celomate schizocelice.*

Formarea enterocelică a mezodermului şi celomului (fig. 20) se întâlneşte la grupul deuterostomienilor (echnoderme, hemicordate şi cordate), la care mezodermul se formează prin evaginarea enterocelică a endodermului, de o parte şi de alta a arhenteronului. Aceste evaginări se separă ulterior de arhenteron, fie sub forma a doi saci celomici, fie, în cazul deuterostomienilor metamerizați, sub forma a unor perechi laterale de saci celomici. Datorită acestui mod de formare a mezodermului şi celomului, deuterostomienii mai sunt numiți *enterocelomate* sau *celomate enterocelice.*

Artropodele prezintă un mod aparte de formare a mezodermului şi celomului. La acestea, din peretele entomezodermic al invaginării gastrulei, se diferențiază şi se detaşează celule mezodermice, care se dispun în masive mezodermice perechi, în care se vor forma sacii celomici. Ulterior, sacii celomici se dezorganizează, participând în organogeneză, iar spațiile celomice rămase se vor contopi cu cele blastoceliene, dând o cavitate a corpului, numită *hemocel* sau *mixocel*.

Arhitectura corpului este un alt criteriu utilizat în decelarea diferitelor grupe de metazoare. Formele diploblastice (spongierii, cnidarii şi ctenoforii) nu posedă țesuturi şi organe sau dacă le posedă, acestea sunt incipiente, iar diferențierea lor celulară nu este atât de mare ca la celelalte metazoare. La spongieri locul acestora este preluat de diferite categorii de celule, specializate pentru anumite funcții.

Metazoarele triploblastice prezintă organe interne specializate, dar, sistemele lor de organe pot să difere în ceea ce priveşte relația lor cu cavitatea internă a corpului. Deşi, cavitate a corpului, poate însemna orice spațiu intern, acest termen se referă la o cavitate largă, umplută cu un lichid, şi care se întinde între peretele corpului şi organele interne. Fluidul care umple cavitatea corpului poate să servească la o mare diversitate de funcții. Fluidul poate să funcționeze uneori ca un schelet hidrostatic, sau poate juca rol de mediu circulant. Acest spațiu poate fi utilizat ca un loc temporar de acumulare a unor fluide în exces sau a unora excretate sau poate reprezenta locul de maturare a elementelor genitale. Platelminții şi nemerțienii, la care nu există o cavitate a corpului,

spațiul dintre organe fiind invadat de către un țesut de umplutură, numit parenchim, fac parte din grupul **Acelomata** (fig. 31). Restul metazoarelor triploblastice prezintă două tipuri de cavitate a corpului. Filumul nematelminților posedă o cavitate a corpului numită **pseudocelom** sau **pseudocel**, care este o cavitate persistentă, derivată din blastocelul embrionar. Organele interne sunt de fapt libere în acest spațiu, şi nu există un peritoneu care să delimiteze această cavitate (fig. 40). Metazoarele triploblastice, la care există această situație, sunt încadrate în grupa **Pseudocelomata.** Restul metazoarelor, posedă o cavitate secundară a corpului sau un celom delimitat de un peritoneu, dar, care are o embriogeneză diferită de cea a pseudocelomatelor. În realitate, organele nu sunt libere în celom, ele pot să atârne în interiorul acestuia, dar sunt întotdeauna delimitate de un peritoneu. Astfel, toate organele se găsesc în spatele celomului, fiind retroperitoneale. Aceste grupe de metazoare triploblastice fac parte din grupul **eucelomata** (fig. 50).

Deşi, caracterele de bază în diferențierea protostomienilor față de deuterostomieni sunt de natură embriologică, aceste două linii filetice principale ale metazoarelor, mai prezintă o serie de caractere structurale şi biochimice diferite. În acest sens, evoluția ciliaturii de suprafață, pare să fie diferită în cadrul celor două linii filetice. De asemenea, chitina reprezintă o componentă scheletică comună printre protostomieni, dar, este rar întâlnită în rândul deuterostomienilor. În plus, fosfat arginina reprezintă depozitul tipic pentru protostomieni, pe când, creatin fosfatul este tipic pentru deuterostomieni.

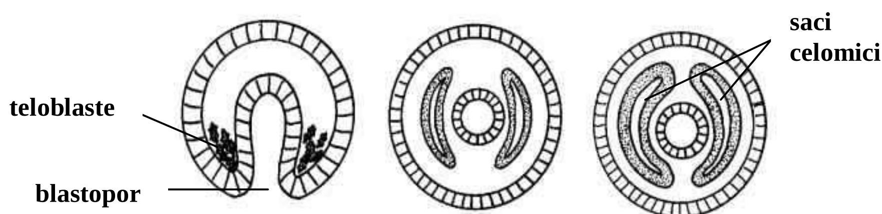


Fig. 19. Diagrama formării celomului prin schizocelie, la Protostomieni (după http://cas.bellarmine.edu/tietjen/images/genera8.jpg)

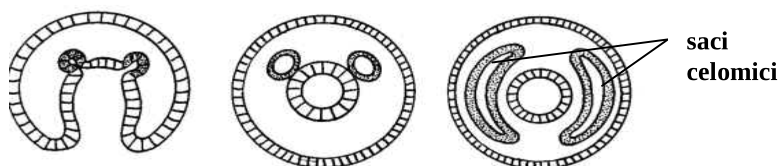


Fig. 20. Diagrama formării celomului prin enterocelie, la Deuterostomieni (după http://cas.bellarmine.edu/tietjen/images/genera9.jpg)

Organogeneza reprezintă procesul de formare a diferitelor şesuturi şi de constituire a organelor. Procesul organogenezei durează până la atingerea stadiului de maturare al individului şi îmbracă aspecte diferite, în funcție de planul structural şi trepta de evoluție a grupului respectiv.

Din ectoderm derivă elementele sistemului nervos, organele de simţ, tegumentul stomodeul (intestinul anterior), proctodeul (intestinul posterior), şi sistemul respirator la nevertebrate. Endodermul va da naştere la mezenteron (intestinul mediu) şi glandele anexe, iar la cordate diferențiază notocordul şi organele respiratorii. Din mezoderm derivă musculatura, pereții vaselor sanguine, peritoneul, organele excretoare şi genitale, şi celomul, la grupele evoluate de protostomieni şi la toți deuterostomienii.

Deşi nu reprezintă o foiță embrionară, mezenchimul este un țesut embrionar cu un rol important în special la metazoarele evoluate. El este un țesut de umplutură constituit din celule proliferate din endoblast sau mezoblast şi care ocupă spațiul blastocelian. Din mezenchim derivă spiculii scheletici, elemente ale sângelui si musculatura. În funcție de originea sa, mezodermul poate fi primar, atunci când apare înainte de gastrulație, prin proliferarea şi imigrarea unor celule din blastoderm în interiorul blastocelului (echinoderme), sau secundar, când apare după gastrulație, prin disocierea unor celule mezodermice. La metazoarele primitive (spongieri, celenterate), există un mezenchim secundar cu origine în ectoderm (ectomezenchim) sau endoderm.

Originea metazoarelor

Originea metazoarelor este greu de precizat, dar majoritatea zoologilor sunt de acord că acest grup are un strămoş comun printre organismele unicelulare. Teoriile emise, care au încercat să explice calea trecerii spre metazoare se bazează pe modele oferite de protozoare (stările coloniale, uneori

cu o anumită polaritate şi cu o specializare a indivizilor coloniei în vegetativi şi reproducători; stări polienergide homocariote; cnidosporidii cu spori compuşi, formați într-un plasmodium). Toate aceste teorii se pot rezuma în două categorii principale:

1. teorii sincițiale care postulează celularizarea unei stări polienergide care susțin integrarea unei colonii de flagelate.
2. teorii coloniale care susțin integrarea unei colonii de flagelate.

REZUMAT

Metazoarele sunt eucariote pluricelulare, heterotrofe, care se dezvoltă dintr-o blastulă provenită dintr-un zigot diploid, format prin unirea a doi anizogameți haploizi; în dezvoltarea lor embrionară, parcurg obligatoriu stadiile de blastulă şi gastrulă. Etapele principale ale dezvoltării embrionare cuprind: segmentarea, formarea foițelor embrionare, embriogeneza şi histogeneza. Ontogenia metazoarelor decurge diferit în funcție de tipul de ou. Se disting mai multe tipuri de ouă: oligolecit, heterolecit, telolecit, centrolecit, ectolecit. Corespunzător tipului de ou, blastula (rezultatul segmentării) este: celoblastulă, steroblastulă, discoblastulă, discoblastulă şi periblastulă. Odată cu apariția blastulei, procesul segmentării se încheie.

Procesul prin care se diferențiază foițele embrionare (ectodermul şi endodermul) poartă numele de gastrulație, care se poate realiza prin mai multe căi (invaginare, acoperire). Formele primitive de metazoare (diploblasticele) îşi realizează ontogenia doar cu două foițe embrionare, ecto- şi endoderm care vor

sta la originea viitoarelor organe definitive. La restul grupelor de metazoare (triploblastice), procesele de gastrulație conduc la formarea celei de-a treia foițe embrionare, mezodermul, care îşi are originea în endoderm. În cadrul metazoarelor eucelomate, modul în care se formează mezodermul şi celomul este diferit. Protostomienii îşi formează mezodermul şi celomul prin schizocelie, pe când la deuterostomieni acestea apar prin enterocelie.

ÎNTREBĂRI

1. Prin ce se caracterizează celoblastula şi cum apare ea?
2. Prin ce diferă segmentarea totală de cea parțială?
3. Ce se înțelege prin gastrulație? Ce categorii de organisme se opresc în ontogenie la stadiul de două foițe embrionare?
4. Cum se formează mezodermul şi celomul?
5. Care este diferența între celomate şi pseudocelomate?
6. Ce deosebiri există între protostomieni şi deuterostomieni?
7. Ce reprezintă mezenchimul?

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Codreanu, R, 1970. Grands problèmes controversés de l´ évolution phylogénétique des Métazoaires. *Ann. Biol*., 9 (11-12): 671-709.
2. Salvini-Plawen, L. V., 1978. On the origin and evolution of the lower Metazoa. *Z. Zool. Syst. Evolutionforsch*., 16: 40-88.

CAPITOLUL 3

DIVIZIUNEA RADIATA DIPLOBLASTICA

OBIECTIVE:

- cunoaşterea răspândirii, diversităţii şi modului de viaţă a reprezentanţilor principalelor filumuri de metazoare radiate diploblastice (Porifera, Cnidaria, Ctenaria);
- descrierea alcătuirii corpului poriferilor, cu specificarea categoriilor celulare şi a rolului îndeplinit de acestea; cunoaşterea celor trei tipuri de structură ale spongierilor;
- cunoaşterea diagnozei şi sistematicii celenteratelor, în funcţie de morfologia formelor libere sau fixate ale acestora.

CUVINTE CHEIE:

- metazoare didermice
- simetrie radiară
- metageneză
- cavitate gastrică, sistem gastro-vascular
- poriferi (spongieri), cnidari, ctenari

Reprezentanții acestui grup își desăvârşesc ontogenia cu formarea, în procesul gastrulației, doar a două foițe embrionare: ectodermul şi endodermul (fig. 21). Din cauză că dezvoltarea lor ontogenetică se opreşte în stadiul de gastrulă, ele mai sunt numite şi gastreate. În general, simetria corpului lor este radiară.

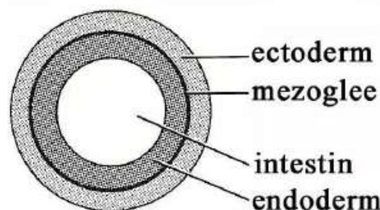


Fig. 21. Secțiune transversală prin corpul diploblasticelor

FILUM SPONGIA (PORIFERA, PARAZOA)

Grupul reuneşte metazoare inferioare, exclusiv acvatice, fixate de substrat, formând cruste sau aglomerații arborescente, solitare sau coloniale, în majoritate marini. Doar o singură familie, Spongillidae, este dulcicolă. Spongierii reprezintă cel mai primitiv grup de metazoare. Din cauza slabei integrări celulare, şi deci, a organizării lor mai mult la nivel celular, decât tisular (Hyman, 1940), spongierii nu prezintă sisteme de organe şi nici țesuturi adevărate, celulele lor având un grad mare de independență. Datorită acestui fapt, funcțiile vitale ale organismului sunt îndeplinite de diferitele categorii de

celule. În ontogenie nu apar cele două foițe embrionare propriu-zise (ecto- şi endodermul) ci două pături de celule (*pinacoderm* şi *gastroderm*) între care se interpune un *ectomezenchim*.

Corpul spongierilor este străbătut de un sistem de cavități şi canale acvifere care comunică cu mediul acvatic extern prin numeroşi pori, de aici derivând şi numele lor de poriferi. Aproape toți spongierii prezintă un schelet intern care poate fi calcaros, silicios, spongios sau o combinație între ultimile două tipuri. Au un mod caracteristic de propagare asexuată, prin muguri de rezistență şi diseminare, numite *sorite* şi *gemule*. Reproducerea sexuată este universală, cu formarea de ouă tipice şi larve liber înotătoare. Fecundația este indirectă, iar în dezvoltare, caracteristică este inversiunea suprafețelor, de unde şi numele de *Parazoa*.

Arhitectura corpului spongierilor este unică, fiind constituită în jurul unui sistem de pori, canale şi cavități prin care circulă permanent un flux de apă. Această arhitectură este în strânsă legătură cu modul lor de viață, sesil. Planul arhitectural cât şi fiziologia arhetipică pot fi mai bine înțelese prin studiul formelor primitive, cu simetrie radiară, aşa cum sunt unii spongieri de tip ascon sau sicon. Pe suprafața corpului spongierului există o serie de mici orificii numite *pori inhalanți*. Prin porii inhalanți, un flux constant de apă, provenind din mediul extern, pătrunde în *spongocel* sau *atrium* (cavitatea spongierului) şi este apoi expulzat printr-o deschidere apicală mai mare, numită *oscul* (orificiu exhalant).

Peretele corpului are o structură relativ simplă (fig. 22), fiind alcătuit din două straturi de celule neechivalente cu ecto- şi endodermul: un strat extern sau dermic şi un strat intern sau gastric. Între acestea se interpune un ectomezenchim. Stratul extern, *dermic,* numit şi *pinacoderm*, este format din celule numite *pinacocite*. De obicei, termenul de „tegument” nu este utilizat pentru a defini stratul extern al metazoarelor diploblastice, întrucât acest termen implică un grad de specializare şi complexitate celulară care nu este atins la nivelul de organizare diploblastic. Deşi spongierii posedă un pinacoderm, celulele acestuia sunt de acelaşi tip şi, aparent, sunt extrem de slab asociate între ele. Pinacodermul *nu formează structuri protectoare* sau *de suport* ci doar o cuticulă mucoasă subțire. Totuşi, la nivelul acestui strat se formează pori inhalanți contractili care reglează fluxul de apă prin sistemul acvifer. În vehicularea apei, cilii, au probabil un rol minor. Pinacodermul *nu are funcție neuro-senzorială* pentru că nu posedă elemente senzoriale şi nervoase (excepție hexactinelidele) sau musculare, specializate şi asociate acestuia. La spongieri, pinacodermul *nu are funcție de barieră fiziologică*, fapt care sugerează existența unei mici autonomii homeostatice a mediului lor intern (Pavans de Ceccatty, 1979). Toate acestea demonstrează că, la spongieri, față de celelalte metazoare, funcțiile tegumentare sunt cele mai rudimentere. Stratul intern, *gastric* sau *gastroderm*, este alcătuit din *choanocite* (celule cu guleraş şi flagel) celule asemănătoare protozoarelor choanoflagelate.

Celulele amiboide ale ectomezenchimului pot fi de mai multe tipuri: pinacocite, choanocite, archeocitele amibocite, colencite, lophocite, miocite, porocitele, scleroblastele, protoneuroni, spermatozoizi, ovule.

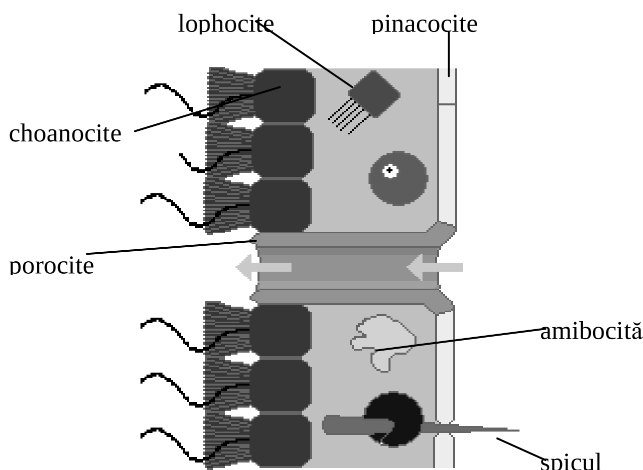


Fig. 22. Peretele corpului la spongieri; săgețile indică curentul apei (adaptare după http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porifera_cell_types_01.png)

Scleroblastele reprezintă celulele mame ale elementelor scheletice şi derivă din amibocitele ectomezenchimului. După natura minerală a spiculilor scheletici se disting: *calcoblaste*, *silicoblaste* şi *spongoblaste*. Spiculii se prezintă sub o mare varietate de forme şi sunt utilizați în identificarea şi clasificarea speciilor de spongieri. Aranjamentul spiculilor în cadrul scheletului este extrem de variat, existând adesea, combinații şi grupări distincte, care pot să difere de la o zonă la alta chiar în cadrul aceluiaşi spongier.

Fibrele de spongină formează un schelet spongios din fibre interconectate. Substanța care intră în componența sponginei este o proteină filamentoasă, similară colagenului. Scheletul unor spongieri poate fi format în exclusivitate din fibre de spongină sau un amestec dintre aceasta şi spiculi silicioşi. La formarea fibrelor de spongină participă mai multe spongoblaste care se dispun în linie, fiecare spongoblastă secretând un anumit segment al fibrei. În momentul când fibra este complet formată scleroblastele degenerează.

Spongierii care produc spiculi silicioşi utilizează procese chimice diferite față de cei calcaroşi. Pentru că în ambele cazuri, sărurile anorganice trebuie să fie preluate din apa de mare, şi pentru că concentrația de siliciu este de câteva ori mai mică decât cea de calciu, spongierii silicioşisunt nevoiți să cheltuiască mai multă energie în obținerea materialului scheletic.

Tipuri de structură ale spongierilor arată sensul evoluției structurii şi fiziologiei spongierilor prin complicarea cavităților acvifere şi mărirea suprafeței ocupate de coanocite. În evoluția spongierilor pot fi evidențiate trei tipuri principale de structură: *Ascon*, *Sycon* şi *Leucon* (fig. 23).

Tipul Ascon este cel mai simplu. Corpul este saciform şi radiar simetric şi toată cavitatea paragastrală (spongocelul) este căptuşită cu choanocite. Apa intră în cavitatea spongierului prin porii inhalanți intracelulari (ostii), care au aspect de tuburi săpate în porocite, şi care străbat peretele corpului spongierului. Spongocelul este căptuşit de un singur strat de choanocite.

La tipul Ascon, spongierul conține un aşa mare volum de apă, comparativ egal cu volumul total al spongierului, astfel încât, flagelii choanocitelor deabia sunt capabili de a forța apa să iasă încet prin oscul. Această situație a limitat spongierii de tip ascon la dimensiuni mici. O creştere în dimensiune a acestui tip de spongieri ar agrava problema. Aşa cum se cunoaşte din relația suprafață – volum, volumul spongierului ar creşte cu o rată mult mai mare decât suprafața internă ce ar putea găzdui choanocite suplimentare.

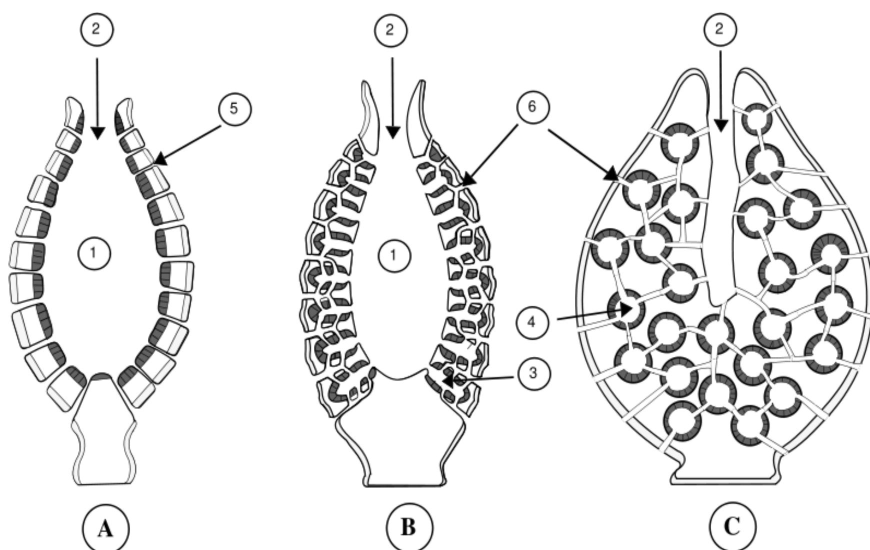


Fig. 23. Tipuri de structură la spongieri (evoluția sistemului acvifer):
A-tip **Ascon**; B-tip **Sycon**; C-tip **Leucon**: 1-spongocel, 2-oscul, 3-canal radiar, 4-coşuleț vibratil, 5, 6-pori inhalanți (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Porifera_Types-fr.svg)

Tipul Sycon este caracteristic pentru reprezentanții familiei Syconidae. Prin selecție naturală, peretele corpului spongierului a devenit cutat, rezultând

astfel o reducere a volumului spongocelului (o descreştere a volumului apei care trebuie să fie circulată), şi o creştere a ariei din suprafaţa internă utilizată în găzduirea choanocitelor. Rezultatul acestui nou tip de structură, care probabil a permis o evoluție a spongierilor de dimensiuni mai mari, a fost de o mai mare eficiență, întru-cât acum, prin spongier poate să treacă un flux mai mare de apă. La tipul Sycon, faldurile externe formează pereții canalelor inhalante. Orificiile suprafeței externe, prin care apa pătrunde în canalele inhalante sunt numite pori dermali intercelulari. Choanocitele tapetează doar pareții interni ai canalelor radiare. Canalele radiare alternează cu canalele inhalante, ambele fiind conectate între ele prin canale intercelulare foarte mici, numite *prosopile*. Porocitele străbătute de tuburi intracelulare au dispărut. În acest caz, două pinacocite delimitează între ele un spațiu îngust, prin care apa din canalele inhalante pătrunde în cele radiare. Fiecare canal radiar se deschide în spongocel prin câte un orificiu numit *apopil*.

Tipul Leucon este cel mai complex din punct de vedere structural. La acest tip, cutarea peretelui corpului este şi mai complexă, iar grosimea sa este mult mai mare decât la tipul Sycon. Acest tip structural îşi pierde simetria radiară, devenind asimetric. Aici choanocitele sunt situate în grosimea ectomezenchimului la nivelul *coşulețelor vibratile* care sunt numeroase şi etajate, fapt care permite o creştere semnificativă a suprafeței ocupate de către choanocite. Fluxul de apă ajunge în coşulețele vibratile prin intermadiul *canalelor aferente* care comunică cu porii inhalanți intercelulari, direct sau prin camerelor subdermale. Acestea sunt spații mari, căptuşite cu pinacocite. Din

canalele inhalante sau subdermale, fluxul de apă pătrunde în coşulețul vibratil prin intermediul prosopilului. Apertura coşulețului vibratil este numită apopil. Prin apopil, apa din coşulețul vibratil este evacuată în *canalele eferente*, care confluează într-un *canal exhalant* mai mare ce conduce la oscul. Rețeaua de canale este tapetată de endopinacocite, spre a fi deosebite de pinacocitele care mărginesc la exterior peretele corpului, şi care sunt numite exopinacocite. Majoritatea speciilor de spongieri care sunt de dimensiuni mai mari, sunt de tip leucon, şi au în multe cazuri, structuri şi mai complicate, lucru care evidențiază că acest plan structural este cel mai eficient. La aceştia, pe traiectul canalelor inhalante apar spații dilatate, numite *cavități subdermale*, iar canalele exhalante se dilată formând *cavități subatriale*. Astfel, peretele corpului apare stratificat. La exterior, se formează o scoarță mezenchimatoasă, bogată în sclerite, străbătută de numeroase canale şi spații subdermale, dar lipsită de coşulețe vibratile. Pătura mijlocie, groasă, numită *choanozom*, prezintă numeroase coşulețe vibratile, canale inhalante şi exhalante.

Caracteristicile esențiale ale fiziologiei spongierilor apar din faptul că celulele lor acționează mai mult sau mai puțin independent şi demonstreză o mică cooperare, coordonare sau interdependență. Atât arhitectura bazală cât şi fiziologia arhetipală a spongierilor, poate fi pe deplin înțeleasă prin studiul stadiului de *Olynthus* (stadiu de spongier tânăr), a cărui simplitate structurală este reținută de stadiul de adult doar la puține specii, şi anume cele de tip Ascon.

Realizarea funcțiilor vitale ale acestor organisme depinde în cea mai mare măsură de fluxul de apă care străbate sistemul acvifer al corpului. Acest flux de apă, continuu, facilitează nutriția, respirația, excreția şi chiar reproducerea. Marele volum de apă care traversează sistemul acvifer dezvoltat, semnifică că majoritatea celulelor, chiar şi cele din adâncimea corpului, interacționează direct cu mediul extern. Evacuarea produşilor de dezasimilație şi a celor azotici (în general amoniac) se fac prin intermediul curenților de apă. Schimbul de gaze se face prin simpla difuzie între fluxul de apă şi celulele spongierului de-a lungul canalelor acvifere. Unele celule din corpul spongierilor dulcicoli posedă una sau mai multe vacuole pulsatile, care constituie principalul sistem osmoreglator al organismului (Brauer, 1975).

Nu există sistem nervos (la spongieri), iar reacțiile sunt în general locale. Coordonarea depinde de transmiterea substanțelor mesager prin difuzie în ectomezenchim, prin mobilitatea celulelor amiboidale şi de-a lungul celulelor fixate în contact unele cu altele. Conducerea stimulilor electrici pare să aibă loc prin această ultimă rută.

Spongierii sunt organisme microfage filtratoare. Curentul de apă creat de flagelul choanocitelor permite spongierului să se hrănească cu particule alimentare fine, aflate în suspensie (detritus, diatomee, ciliate). Particulele alimentare sunt selectate în jet şi “cernute” în timpul trecerii lor în coşulețele vibratile. Numai particulele mai mici pot intra prin porii dermali sau trece prin prosopil. În final, particulele alimentare din canalele radiare sau coşulețele vibratile sunt filtrate de către choanocite.

Toate celulele spongierilor pot fagocita particule. Particulele mari (5-50 μ) sunt fagocitate de pinacocitele ce tapetează căile inhalante. Particulele ce au dimensiuni bacteriene sau sub 1 μ sunt fagocitate de către choanocite. Atât choanocitele cât şi amibocitele pot transfera particulele fagocitate altor celule. Amibocitele par să fie, mai de grabă decât choanocitele, sediul principal de digestie. De asemenea, se pare că amibocitele, acționează ca centri de stocare a rezervelor de hrană.

Spongierii se înmulțesc atât asexuat cât şi sexuat.

Reproducerea asexuată (agamă) a metazoarelor, şi deci şi a spongierilor, se distinge profund de reproducerea asexuată a protozoarelor. Ea se suprapune reproducerii sexuate, care este generală şi primordială.

Regenerarea reprezintă o caracteristică importantă a spongierilor. Orice parte a oricărui spongier, care conține atât amibocite cât şi choanocite, poate, dacă este ținut în condiții corespunzătoare, să dea naştere unui spongier adult. Se pare că în procesul de regenerare sunt esențiali factori cum ar fi, prezența ionilor de Ca^{++} şi Mg^{++}, încărcătura electrică a unor macromolecule de suprafață, şi un număr minim de celule (aproximativ acelaşi număr de celule necesar formării unei gemule). De asemenea, în regenerare, prezența amibocitelor este esențială, choanocitele singure, ne fiind capabile de acest lucru.

Înmulțirea asexuată se mai poate face prin *stolonizare* şi prin *înmugurire*. Înmugurirea internă este un fenomen mai rar, dar caracteristic spongierilor din clasele Hexactinellida şi Demospongiae. Spongierii se

înmulțesc prin două tipuri de muguri de rezistență şi diseminare: *gemule* (dulcicoli) (fig. 24) şi *sorite* (marini).

Reproducerea sexuată a spongierilor precum şi embriogeneza lor relevă un număr de caracteristici particulare. Spongierii pot avea sexe separate, dar majoritatea sunt hermafrodiți. În general, spongierii sunt forme vivipare, dar există şi unele forme ovipare (*Cliona*).

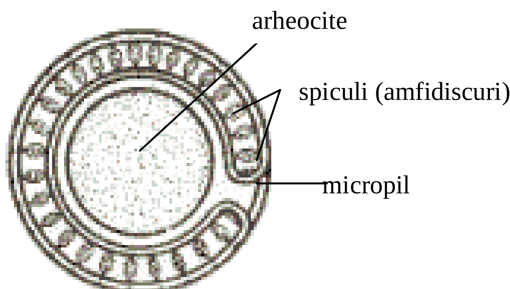


Fig. 24. Alcătuirea unei gemule (adaptare după http://www.bioweb.genezis.eu/?cat=5&file=mnohobunkovce)

Formele hermafrodite evită autofecundarea fiind proteradrice, adică elementele genitale mascule se dezvoltă înaintea celor femele (lb. gr. *proteros* = primul, mai înainte; *andros* = mascul, bărbat). Elementele genitale se formează în mezenchim din choanocite sau arheocite. Spermatozoizii sunt localizați în treimea superioară a corpului, iar ovulele în cele două treimi inferioare. Fecundația este internă şi *indirectă* (prin intermediul unei celule cărăuş). Ovocitele (celule mamă ale ovulelor) se dispun sub choanocite, suferă o

creştere mică şi meioza; ele exercită o atracție asupra spermatozoizilor aflați în apa sistemului acvifer. Aceştia pătrund într-o choanocită prin guleraş şi apoi într-o vacuolă care îşi îngroaşă pereții. Ajuns în vacuolă spermatozoidul îşi pierde coada. Ansamblul vacuolo-spermatozoid formează *spermiochistul*. Choanocita care conține spermiochistul îşi pierde guleraşul şi flagelul şi se transformă în *celulă-cărăuş* care se înfundă în mezenchim şi se apropie de ovul. Ovulul, după ce a suferit creşterea mică, migrează prin mişcări amiboide în apropierea spongocelului, se asociază cu două celule, una nutritivă şi alta satelit (la origine choanocite), după care suferă creşterea mare. Apoi, tot prin mişcări amiboidale, ovulul se întoarce în vecinătatea unei celule cărăuş cu spermiochist. Celula cărăuş alunecă pe ovul, se roteşte cu l80° şi aduce spermiochistul în dreptul ovulului. Printr-un canal intracelular format în ovul, celula cărăuş eliberează spermiochistul, care ajunge în vecinătatea nucleului ovulului. Aici spermiochistul se desface şi eliberează pronucleul mascul, care se contopeşte cu cel femel, dând naştere sincarionului (nucleului de fecundație).

Segmentarea este totală şi poate fi egală sau inegală, în funcție de grupul de spongier, şi se petrece în ectomezenchimul matern, sub pătura de choanocite. În general, la spongierii calcaroşi se formează o celoblastulă, alteori, în special, la cei silicioşi, o steoblastulă.

Larva parenchimulă a spongierilor silicioşi, diferă de amfiblastula celor calcaroşi prin faptul că are aproape întreaga suprafață externă flagelată, cu excepția regiunii posterioare ocupată de macromere aflagelate. În interiorul parenchimulei se găsesc macromere, amibocite şi spiculi. Parenchimula

spongierilor dulcicoli şi a unor specii marine, îşi diferențiază choanocite înainte de a părăsi corpul matern. Parenchimula înoată liber, după care se fixează cu polul anterior de substrat. Ulterior se petrece fenomenul de inversiune a foițelor: printr-o imigrare multipolară, celulele externe flagelate îşi pierd flagelul şi migrează în interior. Aici, ele vor forma choanocitele care se dispun concentric, în mici grupe, dând naştere la coşulețele vibratile. Celulele mari, pigmentate, migrează la exterior, se transformă în pinacocite, formând pinacodermul. În unele cazuri celulele externe flagelate, după ce devin interne sunt fagocitate de către amibocite iar choanocitele se vor forma din nou din arheocite.

Spongierii reunesc circa 9000 de specii descrise. În funcție de complexitatea structurală şi de natura şi tipul elementelor scheletale Bergquist (1978) împarte spongierii în patru clase.

Clasa Calcarea. Ordinul Homocoela - toți reprezentanții posedă o structură de tip Ascon (*Leucosolenia*, *Clathrina*); Ordinul Heterocoela - reprezentanții au o structură a corpului de tip Sycon şi Leucon; reuneşte forme solitare sau coloniale (*Sycon*, *Leucandra*, *Grantia* etc).

Clasa Hexactinellida (Hyalospongiae). Subclasa Hexasterophorida - microscleritele posedă în vârful celor şase raze câte un mănunchi de ramificații fine (*Euplectella aspergillum*) (fig. 25); Subclasa Amphidiscophorida - reprezentanții posedă la extremitatea microscleritelor plăci în formă de haltere, numite amfidiscuri (*Hyalonema sieboldi*).

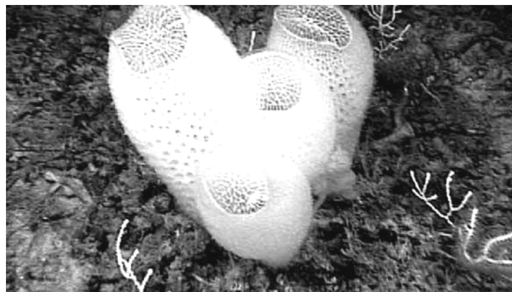


Fig. 25. *Euplectella aspergillum*
(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Venus_Flower_Basket.jpg).

Clasa Demospongiae formează cel mai important grup al spongierilor (peste 90% din speciile de spongieri fiind atribuiți acestei clase), constituind cel mai evoluat şi diversificat grup.

Clasa Sclerospongiae reuneşte forme paleozoice, cunoscute din cambrian. În fauna actuală există un număr mic de specii, care posedă o structură leuconidă şi care, populează grotele şi crevasele asociate recifilor de corali din diferitele regiuni ale globului. Diferă de reprezentanții celorlalte clase de spongieri prin faptul că posedă un schelet format din spiculi silicioşi, fibre de spongină, la care se adaugă un schelet solid din carbonat de calciu.

Deşi sclerospongierii au fost inițial socotiți ca o clasă aparte, de către Hartman şi Goreau (1970), Vacelet (1985) descoperă că reprezentanții acestui grup se încadrează fie în clasa Calcarea, fie în clasa Desmospongia (http://en.wikipedia.org/wiki/Sponge).

Spongierii par să fi apărut în paleozoicul timpuriu, numeroase forme fosile fiind semnalate încă din precambrian. Recifele paleozoicului timpuriu

erau formate din alge albastre-verzi, calcaroase (stromatolite) şi din alte două grupe asemănătoare spongierilor calcaroşi, care au suferit extincție (archaeocyathide şi stromatoporide). Stearn (1975) consideră stromatoporidele ca un subfilum de spongieri, asemănătoare cu sclerospongii actuali.

Considerarea spongierilor drept cele mai arhaice metazoare se bazează pe o serie de caractere particulare dintre care pot fi enumerate următoarele: slaba integralitate şi diferențiere celulară care privează spongierii de apariția de țesuturi propriu-zise şi organe; absența unor foițe embrionare propriu-zise; capacitatea fantastică de regenerare; prezența choanocitelor, care sugerează o posibilă origine a spongierilor în protozoarele choanoflagelate; inversiunea foițelor embrionare, similară procesului de extroversiune, caracteristic coloniilor-fiice de *Volvox* (fitoflagelate) etc. Toate acestea fac pe mulți autori să grupeze pongierii într-un filum aparte, numit Parazoa, opus celorlalte metazoare, reunite în grupul Eumetazoa.

În ciuda numeroaselor particularități, care pledează în favoarea încadrării spongierilor ca cele mai primitive metazoare, aceştia prezintă caractere comune atât cu protozoarele cât şi cu celelalte metazoare (Tuzet, 1963). Caracterele care apropie spongierii de protozoare au fost analizate în subcapitolul care tratează originea metazoarelor.

COELENTERATA

Acest grup reuneşte eumetazoare didermice (diploblastice) inferioare, a căror organizaţie corespunde stadiului de gastrea. În ontogenia lor apar cele două foiţe embrionare: ecto- şi endodermul, separate de o mezoglee anhistă (la hidrozoare) sau populată cu celule migrate din ectoderm, formând un ectomezenchim (la scifozoare şi antozoare). Celenteratele prezintă o singură cavitate, cea digestivă, echivalentă cu arhenteronul gastrulei, de aici derivând şi numele grupului (de la grec. *coelos* = cavitate; *enteron* = intestin). Simetria, primitiv radiară (la hidrozoare şi scifozoare), devine secundar bilaterală la antozoare sau biradiară la ctenofori. Sunt organisme neuromiare, adică cu sistem nervos şi muscular, dar de tip primitiv. Sistemul nervos este reprezentat de un plex subepitelial difuz, legat de ecto- şi endoderm, precum şi de condensări nervoase care apar la meduze şi ctenofori, legat de viaţa lor activă. Transmiterea impulsurilor nervoase tinde să fie radiară iar joncţiunile sinaptice sunt în general nepolarizate. La meduze şi ctenofori, datorită vieţii active şi dezvoltării organelor de simţ (oceli, statocişti, ropalii), apar condensări nervoase. Sistemul muscular este alcătuit din celule epitelio-musculare, cu fibre netede longitudinale în ectoderm, circulare în endoderm şi fibre musculare striate în subumbrela meduzelor.

Deşi unii autori consideră celenteratele ca un filum care reuneşte două subfilumuri (Cnidaria şi Ctenophora), alţii precum Grassé şi colab. (1970) ridică subfilumurile la rang de filum, desfiinţând celenteratele ca unitate

taxonomică, sau o păstrează ca o subdiviziune a eumetazoarelor (Kaestner, 1969 cit. de Firă şi Năstăsescu, 1977). Indiferent de valoarea taxonomică care li se atribuie, cele două grupe sunt definite prin caractere particulare.

FILUM CNIDARIA

Cu excepția hidrelor şi a câtorva hidrozoare dulcicole, cnidarii reprezintă forme marine. Filumul reuneşte aproximativ 9000 de specii actuale dar şi numeroase forme fosile datate din perioada cambriană.

Majoritatea cnidarilor sunt forme marine, dar unele specii s-au putut adapta la mediul dulcicol. Sunt forme fixate sau libere, solitare sau coloniale, uneori cu un pronunțat polimorfism colonial. Unele forme oferă exemple de simbioză cu alte organisme.

Numele grupului derivă din prezența unor microstructuri urticante, numite *cnidocişti* (grec. *cnide* = urzică), care se formează în celule speciale, *cnidoblaste* şi care au rol în apărare şi atac. Cnidarii se prezintă sub două forme fundamentale, de *polip* şi de *meduză* (fig. 26). În majoritatea cazurilor, polipul este asexuat, solitar sau capabil prin înmugurire să formeze colonii, adesea cu un polimorfism mai mult sau mai puțin accentuat. Meduza este liberă, pelagică şi sexuată. Polipul hidrozoarelor este reprezentativ putând forma colonii pe care, prin înmugurire se nasc meduze sau stări de regresiune ale acestora. Meduza hidrozoarelor are în general dimensiuni mici. Polipul scifozoarelor este mic, trecător şi cu rare excepții, solitar. Scifomeduza este reprezentativă, are

dimensiuni mari şi se formează prin strobilație pe polip. La antozoare meduza lipseşte, iar la hidre, ca adaptare la mediul dulcicol, lipsa meduzei a dus la sexuarea polipului. Trachilinele (cele mai primitive hidrozoare) şi unele scifozoare prezintă doar meduză.

Peretele corpului este format din ectoderm, şi endoderm (gastroderm) între care se interpune o mezoglee anhistă sau un ectomezanchim (populat cu celule din ectoderm). Ectodermul este alcătuit din cinci tipuri principale de celule: celule epitelio-musculare, celule interstițiale, cnidociste, celule secretoare de mucus, şi celule receptoare şi nervoase. Suprafața externă a epidermei cnidarilor este protejată de un material extracelular secretat.

Toți membrii filumului se caracterizează prin prezența unor organele intracelulare încapsulate, devaginabile, cu proprietăți urticante, care poartă numele de cnidae sau cnidocişti. Acestea reprezintă cel mai complicat produs de secreție intracelulară cunoscut la metazoare. Termenul de cnidă sau cnidocist este utilizat în sens general, pentru a defini toate tipurile de organelele cnidariene devaginabile. Până în prezent se cunosc trei categorii principale de cnidocişti: nematocişti (fig. 27), spirocişti şi ptichocişti.

Celulele secretoare de mucus sunt răspândite în epiderma planulelor, scifopolipilor şi antozoarelor. Celulele mucoase pot fi dispuse izolat sau pot fot fi grupate, alcătuind câmpuri glandulare ca la antozoare. Pot fi implicate în învelirea cu mucus a particulelor alimentare mici, care ulterior sunt transportate spre orificiul buco-anal de către curenții de suprafată generați de flagelii celulelor epiteliale.

Se pare că, la unii cnidari, secreția de mucus posedă capacitate de bioluminiscență.

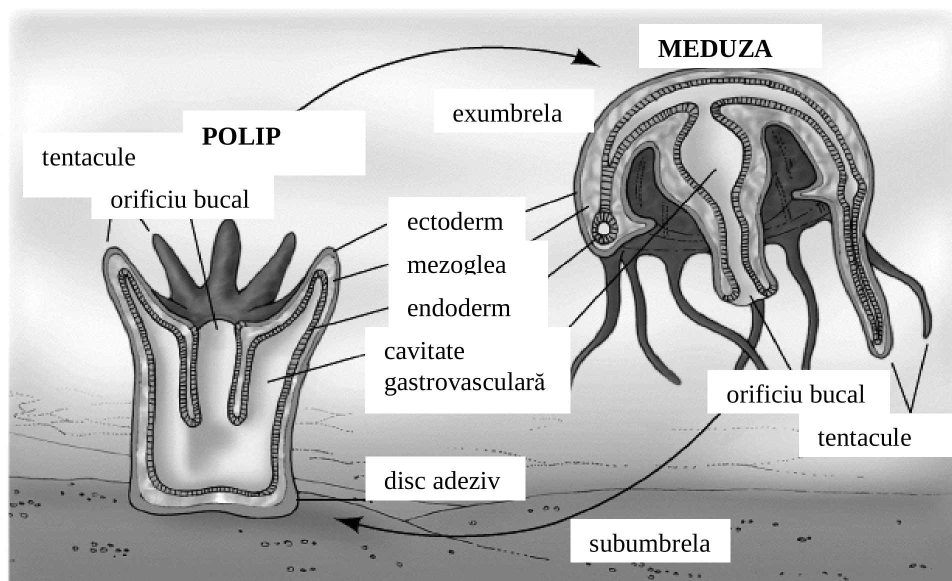


Fig. 26. Cele două forme fundamentale de existență ale cnidarilor: polipul şi meduza (adaptare după http://www.geocities.com/bballerchicklet7777777777777/page2.html)

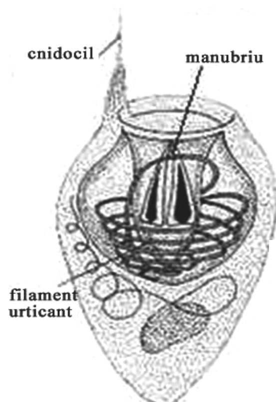


Fig. 27. Structura unui nematocist (după http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobookdiversity_7.html)

Epiteliul cnidarilor poate secreta un înveliş de suprafață, ce poate îndeplini funcția de ataşare pe substrat, de captare a particulelor alimentare, de suport şi protecție sau de auto-recunoaştere.

Stratul intermediar dintre epidermă şi endodermă este o mezoglee anhistă (la hidrozoare) sau un ectomezenchim (populat cu celule provenite din ectoderm). Acest strat intermediar poate conține peste 90% apă, aproximativ 5% săruri anorganice şi mai puțin de 1% substanțe organice.

Endodermul este constituit din următoarele tipuri de celule: celule absorbante şi digestive, care din punct de vedere morfologic sunt asemănătoare cu celulele epitelio-musculare ale epidermului; celule glandulare, diseminate printre cele absorbante şi digestive, care conțin fermenți cu rol în digestia cavitară; celule interstițiale; cnidocişti, cu rol în omorârea prăzilor încă vii din cavitatea digestivă.

Celenteratele, alături de spongieri, reprezintă al doilea grup de metazoare diploblastice, dar care, din punct de vedere histologic, sunt mult mai evoluate. Ele posedă celule musculare striate şi netede, celule nervoase, sinapse, celule senzoriale, cromatofori, etc. Problema lor constă însă, în lipsa unui mezoderm ca sursă de celule pentru muşchii interni şi organe, lucru care le obligă să-şi realizeze funcțiile vitale, doar cu două foițe embrionare.

Procesele de hrănire şi digestie prezintă modele similare în cadrul grupului. Majoritatea cnidarilor sunt carnivori, hrănindu-se cu prăzi mici, în general reprezentate de către crustacee. Prada capturată este paralizată şi

omorâtă prin explozia bateriilor de nematocişti de pe tentacule, după care este trecută în orificiul buco-anal. În cavitatea gastro-vasculară, care este capabilă de o remarcabilă distensie în vederea primirii prăzii, se deschid numeroase celule glandulare care secretă enzime, în principal proteaze. Digestia extracelulară se desfăşoară în cavitatea gastro-vasculară, fiind facilitată de mişcările flagelare şi are drept rezultat dezintegrarea prăzilor. Această digestie nu este una completă. Ingestia fagocitară a hranei este ulterioară iar digestia este desăvârşită intracelular. Se pare că, grăsimile şi carbohidrații pot fi digerate doar intracelular. La unele forme mai complexe de cnidari, există zone specializate ale gastrodermului implicate doar în secreția de enzime sau în absorbția hranei parțial digerate. În nutriția cnidarilor, mai intervin şi celulele mucoase epidermale, care pot avea rol de învelirea cu mucus a particulelor mici de hrană care ulterior sunt transportate spre orificiul buco-anal de către curenții de suprafață generați de flagelii celulelor epiteliale (Hentschel şi Hündgen, 1980).

Cnidarii nu prezintă organe specializate pentru respirație, excreție şi circulație. Absorbția oxigenului necesar respirației se realizează printr-o simplă difuziune direct din apa mediului extern sau din cavitatea gastrovasculară la nivelul epidermei sau gastrodermei. Produşii rezultați din metabolism, incluzând bioxidul de carbon şi produşii azotați, sunt eliminați printr-o difuzie directă, pe toată suprafața corpului.

Cnidarii au un sistem nervos primitiv. Celulele nervoase multipolare sau uneori, bipolare în anumite locuri, sunt dispuse într-un plex nervos neregulat, situat subepidermal, şi concentrat în special, în jurul orificiului buco-anal. Deşi

hidrele posedă un singur plex nervos subepidermal, numeroşi cnidari mai posedă şi o rețea nervoasă endodermală. Aparenta simplitate neurofiziologică a cnidarilor a fost complicată datorită descoperiri existenței a mai multor sisteme de conducere, care coexistă la unele forme şi care contribuie la complexitatea lor comportamentală. Anemonele de mare par să posede cel mai primitiv sistem nervos, sub forma unei plex nervos. Unii octocoralieri au un sistem nervos mai complex iar la scifozoare au fost puse în evidență cel puțin două sisteme de conducere-unul de conducere rapidă care coordonează muşchii înotători şi altul de conducere lentă care controlează mişcarea tentaculelor. La unele hidrozoare există un şi mai mare grad de complexitate.

În general, cnidarii pot să coexiste sub cele *două forme fundamentale*: polip şi meduză (fig. 26). Între acestea se stabileşte o alternanță de generații. Polipul reprezintă punctul de plecare al generației asexuate. Reproducerea asexuată a polipului se face prin înmugurire, acesta dând naştere la meduze (scifozoare) sau la polipi sau colonii de polipi, care pot la rândul lor să înmugurească meduze sau stadii de regresiune ale acestora (hidrozoare). Meduza, cu sexe separate, reprezintă punctul de plecare al generației sexuate. Ovulele şi spermatozoizii produşi de gonadele cnidarilor sunt în esență similari cu cei ai celorlalte metazoare. Ovulul fecundat poate fi reținut de individul parental sau poate flota liber în masa apei. Acest ovul suferă o segmentare holoblastică şi dă naştere la o blastulă goală (celoblastulă), care prin delaminare sau imigrare uni- sau multipolară (rar prin invaginare) duce la apariția unei larve tipice, numită planulă didermică şi ciliată. După o viață liberă de câteva

ore sau zile, planula se ataşează de substrat cu capătul anterior, şi se transformă într-un polip sau într-un prim individ hidrant al unei viitoare colonii.

În funcție de structura polipilor şi meduzelor, cnidarii, sunt divizați în trei clase: Hydrozoa, Scyphozoa şi Anthozoa.

Sistematica clasei Hydrozoa este destul de complicată, cuprinzând mai multe ordine şi subordine: Ordinul Trachilina numără peste 100 de specii, fiind considerați de majoritatea zoologilor cele mai primitive hidrozoare. Populează mediul marin şi excepțional, pe cel dulcicol sau salmastru. Sunt hidrozoare meduzoide cu tentacule pline, la care stadiul de polip lipseşte. Stadiul de meduză se dezvoltă direct din larva numită actinulă. *Liriope*, *Aglaura*. Ordinul Hydroida reuneşte hidrozoare la care stadiul de polip este bine reprezentat. Stadiul de meduză poate fi absent sau prezent. La formele la care meduza lipseşte, polipul se sexuează. Polipi sunt solitari sau coloniali. Marea majoritate a hidrozoarelor sunt incluse în acest ordin.

Clasa Scyphozoa cuprinde următoarele ordine: Stauromedusae, Cubomedusae, Coronata, Semaeostomeae (*Aurelia aurita*), Rhizostomeae. Scifozoarele prezintă în ciclul biologic atât *scifopolip* cât şi *scifomeduză* dar predomină scifomeduza. Polipii sunt solitari, rar coloniali şi au cavitatea gastrică tetracompartimentată. Scifomeduza este liberă, sexuată şi acraspedă (fără velum).

Clasa Anthozoa cuprinde metazoare cunoscute şi sub denumirea de corali - celenterate exclusiv marine, reprezentate în ciclul biologic, doar prin

antopolip sau coralopolip (fig. 28). Simetria corpului devine secundar bilaterală, datorită apariției în planul sagital de simetrie a unui actinofaringe endodermic.

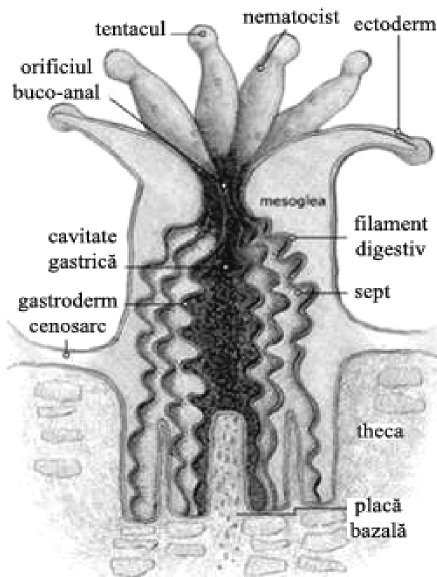


Fig. 28. Secțiune sagitală prin polipul antozoarelor (după http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/corals/media/coral01a_462.jpg)

În funcție de numărul și dispoziția septelor care compartimentează cavitatea gastrică, precun și după numărul de tentacule, antozoarele cuprind două subclase: Octocorallia și Hexacorallia.

Octocoralierii cuprind patru ordine: Alcyonaria (*Alcyonum palmatum*), Gorgonaria (*Gorgonia verrucosa*), Pennatularia (*Pennatula phosphorea*), Heliopora.

Hexacoralierii se împart în cinci ordine: Actinaria (*Actinia equina*), Madreporaria (*Madrepora aspera*), Anthipatharia, Ceriantharia (*Cerianthus membranaceus*), Zoantharia.

FILUM CTENARIA (ACNIDARIA, CTENOPHORA)

Acest mic filum reuneşte aproximativ 150 de specii, exclusiv marine şi pelagice, cu excepția câtorva forme târâtoare, adaptate la o viață bentonică în stadiul de adult. Ctenarii au fost considerați a fi o derivație o unor forme meduzoide cnidariene, datorită similarității planului structural al corpului lor cu cel al meduzelor. Totuşi aceste similarități ar fi putut apare datorită convergenței şi nu datorită existenței unui strămoş comun.

Trăsătura cea mai caracteristică a ctenoforilor este prezența a opt şiruri meridiane de palete ciliare cu aspect de pieptene (*ctenos* = pieptene, lb. gr.), care se întind între polul oral şi aboral. Plăcuțele ciliare sau ctenele sunt unități morfo-funcționale gigantice care intră în componența sistemului locomotor al ctenoforilor. O atfel de plăcuță ciliară este formată din mii de cili, legați împreună ca şi firele dintr-o pensulă plată.

Spre deosebire de cnidari, o altă particularitate a filumului este aceea că epiteliul lor nu prezintă cnidocisti, ci nişte celule lipicioase şi veninoase, numite *coloblaste*. Rolul coloblastelor este acela de capturare a prăzilor, granulele eozinofilice fiind responsabile de adezivitatea coloblastei la prăzile respective. Coloblastele se găsesc în tot epiteliul tentacular, fiind mai abundente pe

tentilele tentaculare. Deşi coloblastele reprezintă caracteristica filumului, la cydippidul *Euchlora rubra*, coloblastele lipsesc, dar sunt prezenți nematocişti adevărați. Aceşti nematocişti sunt incorporați în celule endodermale şi apoi sunt transportați la baza tentaculelor, înlocuind în întregime coloblastele.

Simetria corpului este biradiară, întrucât planul sagital şi frontal de simetrie împart corpul în patru sferturi echivalente. Ctenoforii nu prezintă nici polip şi nici meduză iar reproducerea este doar sexuată.

Corpul poate fi transparent, uneori cu nuanțe de roz sau albastru şi cu irizații datorate interferenței luminii. Pe suprafața corpului, între organul apical şi orificiul bucal se întind cele opt şiruri de palete ciliare. La tentaculate, în planul frontal există o pereche de tentacule sau brațe care poartă *tentile* cu coloblaste. Atentaculatele sunt lipsite de tentacule.

Tegumentul este alcătuit dintr-un ectoderm în constituția căruia intră diferite tipuri de celule şi un endoderm care delimitează un sistem gastro-vascular, la care doar faringele este de natură ectodermică. Între cele două foițe embrionare se găseşte o mezoglee populată cu celule migrate din ectoderm (ectomezenchim).

Celulele glandulare, secretoare de mucus, sunt răspândite pe epiderma externă şi a faringelui. Pe lângă rolul lui protector, filmul de mucus de pe suprafața corpului participă şi în capturarea şi reținerea prăzilor mici. De asemenea, unele din aceste celule mucoase ar putea acționa ca celule cu venin. În acest sens, se pare că mucusul de *Beröe* are acțiune toxică, putând paraliza micile prăzi.

Mezoglea cnidarilor ocupă cea mai mare parte a corpului având un aspect gelatinos, transparent, fiind considerată în prezent, mai mult un țesut conjunctiv, bogat în polizaharide acide, dar lipsit de fibre de colagen şi elastină. Ea conține celule mezenchimale de natură ectodermică, şi celule musculare netede adevărate, organizate pentru a alcătui diferite sisteme funcționale.

La ctenofori există cel mai condensat sistem nervos din seria celenteratelor. Aceste apare sub forma unui plex nervos difuz, subepitelial, care prezintă condensări de ganglioni uni- şi bipolari în lungul şirurilor de plăcuțelor ciliate meridiane, în dreptul organului apical şi în jurul orificiului buco-anal.

Ctenoforii au un singur organ de simț complex care poartă numele de *organ apical*. Acesta este situat la polul aboral al corpului, într-o depresiune circulară, acolo unde epiteliul este îngroşat local şi uşor adâncit în mezoglee. Depresiunea în care este situat organul apical este acoperită de o *cupolă ciliară* proeminentă. Sub cupola ciliară se găseşte un *statocist* alcătuit dintr-un *statolit* compus. Statolitul este alcătuit dintr-o aglomerare de celule numite *litocite*. Fiecare lithocit conține câte un *otolit* calcaros, mare, sferic, înconjurat de o membrană veziculară. Statolitul este susținut de cilii aglutinați a patru grupe de celule interradiare ale epiteliului apical, care poartă numele de *resorturi*. Statocistul are rol în controlul posturii animalului. În epiteliul ctenoforilor se mai găsesc celule senzoriale chemoreceptoare distribuite pe toată suprafața corpului, dar în special în regiunea orificiului buco-anal. În afară de celulele descrise, în tegumentul reprezenanților grupului mai există cromatofori şi celule

musculare netede, care variază ca mărime şi mod de organizare de la un grup la altul.

Ctenoforii sunt metazoare carnivore care se hrănesc cu organisme planctonice (trocofore, crustacee copepode, chetognate etc.) capturate de către tentacule şi procesele lor laterale, numite tentile. Organismele planctonice care constituie dieta ctenoforilor sunt capturate pasiv de către aparatul tentacular.

Prăzile, odată capturate, nu sunt ucise imediat ca la cnidari, acest lucru realizându-se în cavitatea bucală sau în faringe.

Ctenoforii sunt organisme hermafrodite. Majoritatea ctenoforilor sunt ovipari. Fecundația este externă, cu excepția câtorva specii la care ouăle fecundate îşi continuă dezvoltarea în corpul matern. Segmentarea oului heterolecit este totală, inegală şi determinată. De asemenea, segmentarea oului ctenoforilor este originală şi unică în regnul animal fiind *biradiară* sau *bisimetrică*. Gastrulația se desfăşoară prin epibolie.

Larva caracteristică a ctenoforilor este o larvă liber înotătoare, numită larvă cydippoidă şi care seamănă mult cu adultul.

În funcție de prezența sau absența tentaculelor cele aproximativ 150 de specii de ctenofore cunoscute până în prezent sunt incluse în două subclase: Tentaculata şi Atentaculata.

Tentaculatele sunt divizate în 5 ordine:

Ordinul Cydippida, cele mai primitive ctenofore actuale. *Pleurobranhia Hormiphora, Mertensia, Euchlora. P. pilleus* este comună în Marea Neagră până la adâncimi de 30-40 m. Ordinul Lobata, reuneşte forme cu corp turtit în

plan frontal, şi cu doi lobi orali, dezvoltați. *Bolinopsis, Mnemiopsis, Leucothea, Deiopea*. În Marea Neagră, *M. leidyi*, recent aclimatizată a dezvoltat populații enorme care decimează alevinii şi zooplanctonul care constituie hrana acestora. Ordinul Cestida. Corpul are aspect de panglică şi este aplatizat în plan frontal. Perechea de tentacule şi două din cele patru şiruri de palete ciliare sunt reduse.

Cestum veneris (cingătoarea Venerei) (fig. 29) este răspândită în mările tropicale, putând ajunge la 1,5 m lungime. Este o specie fosforescentă.

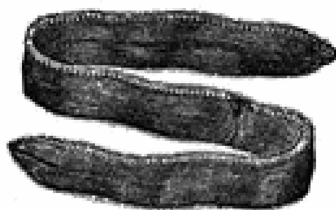


Fig. 29. *Cestum veneris* (http://www.thefreedictionary.com/Cestum+veneris)

Ordinul Platyctenida include forme bentonice, târâtoare, cu corp puternic aplatizat. Şirurile de palete ciliare sunt reduse sau chiar absente la adult. *Ctenoplana, Coeloplana*. Ordinul Tjalfiellida. Reuneşte ctenofori fixați de substrat prin intermediul feței orale. Singura specie cunoscută este *Tjalfiella tristoma*, colectată pe coasta vestică a Groenlandiei.

Clasa Atentaculata (Nuda) cuprinde forme la care tentaculele sunt absente. Faringele este mult lărgit. Ordinul Beroida. Corpul este conic sau cilindric, uşor comprimat în plan tentacular. Canalele gastrovasculare au

numeroase ramificații în mezoglee. Reuneşte forme macroplanctonofage şi carnivore care se hrănesc cu alte ctenofore. *Beroë ovata* (fig. 30) este o specie comună, răspândită în Marea Mediterană şi Oceanul Atlantic şi care recent a pătruns şi în Marea Neagră.

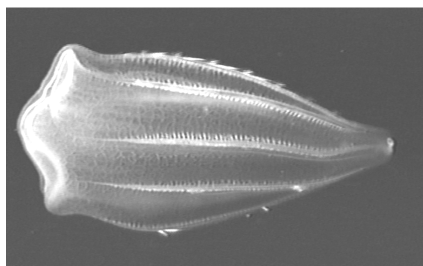


Fig. 30. *Beroë ovata*
(http://people.bu.edu/jrf3/BI547/IMAGE_CTENOPHORA_BeroeOvata.jpg).

Legătura ctenoforilor cu vreun grup actual de cnidarii este aproape imposibil de demonstrat, datorită deosebirilor care există între cele două grupe. Printre aceste deosebiri pot fi enumerate: prezența organului de simț apical; locomoța realizată de cele opt şiruri de palete ciliare; prezența coloblastelor care diferă de cnidoblaste prin structură şi funcționare; dezvoltarea determinată; absența planulei; lipsa metagenezei; prezența hermafroditismului.

Pe de altă parte, cu excepția descoperirii unor nematocişti la ctenoforul *Euchlora rubra*, între cele două grupe există şi unele trăsături comune, cum ar fi: proprietățile şi tipurile de celule ale mezogleei; natura şi organizarea sistemului gastro-vascular şi sistemului nervos, simetria radiară; lipsa, în

general, a organelor (excepție statocistul şi organele de simț complexe) care reflectă un grad de organizare la nivel tisular al celor două grupe.

Ctenoforii sunt apropiați de turbelariate prin apariția crucii mezodermice şi prin modul de gastrulație. Totuşi, mult discutata teorie a originii turbelariatelor din ctenoforele platyctenide este greu de acceptat întrucât se bazează pe omologii greu de argumentat.

REZUMAT

Metazoarele sunt animale pluricelulare, cuprinse în Regnul Animalia. În funcție de tipul de simetrie a corpului şi numărul foițelor embrionare, pot fi clasificate în două diviziuni: Diploblastica (Didermica) Radiata şi Triploblastica (Tridermica) Bilateralia. Capitolul 3 se axează pe prima din aceste două grupări, analizând reprezentanți din filumurile: Spongia, Cnidaria şi Ctenaria. Spongierii, numiți şi poriferi (corpul lor este străbătut de pori, prin care circulă permanent apa), sunt cele mai simple metazoare, neavând organe sau sisteme, ci categorii de celule. Celenteratele (filumurile Cnidaria şi Ctenaria) sunt caracterizate de o cavitate gastrică (saciformă la hirozoare, secundar compartimentată la scifozoare şi antozoare), sistem gastro-vascular (la meduze şi ctenofori), deschidere buco-anală înconjurată de tentacul (polipi şi unele meduze). Simetria primitiv radiară a hirozoarelor devine secundar bilaterală la antozoare şi biradiară la ctenofori. Cnidarii cuprind trei clase: Hidrozoa, Sciphozoa (meduze) şi Anthozoa. Spre deosebire de cnidari, care au

celule urticante, reprezentanții filumului Ctenaria se caracterizează prin prezența celulelor lipicioase, meduza şi polipul lipsind.

ÎNTREBĂRI

1. Comentați afirmația: “spongierii sunt cele mai simple metazoare".
2. Prin ce se caracterizează organismele radiate diploblastice?
3. Precizați care sunt caracteristicile tipurilor de structură ale spongierilor!
4. Ce se înțelege prin metageneză în cazul cnidarilor?
5. Realizați o comparație între cnidari şi ctenari.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Aioanei, F., 2003. Zoologia nevertebratelor. Partea I: Protozoa. Seria Biologie-Agricultură, proiect Leonardo da Vinci RO/01/B/F/PP 141072, Bucureşti, ISBN 973-0-03117-7, 120 p.
2. Firă, V. Năstăsescu, M., 1977. Zoologia nevertebratelor. Ed. Didact. Pedag., Bucureşti, 406 p.

CAPITOLUL 4

DIVIZIUNEA BILATERALIA TRIPLOBLASTICA - *ACELOMATE*

OBIECTIVE:

- înțelegerea diferențelor dintre protostomieni şi deuterostomieni; între metazoarele didermice şi cele tridermice;
- cunoaşterea diagnozei, răspândirii şi modului de viață a reprezentanților celor două mari filumuri de metazoare acelomate: Plathelminthes şi Nemertina;

CUVINTE CHEIE:

- metazoare tridermice
- protostomieni acelomați
- platelminți, nemerțieni

Prin simetria bilaterală care înlocuieşte pe cea radiară şi prin apariția între ectoderm a celei de a treia foițe embrionare (mezodermul), care se substituie mezogleei radiatelor, bilateraliile triploblastice marchează un moment important în evoluția metazoarelor (fig. 31). Simetria radiară devine un balast pentru animalele liber-înotătoare şi este înlocuită prin simetria bilaterală.

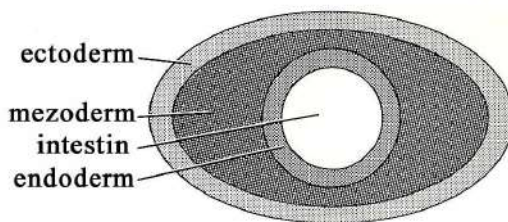


Fig. 31. Secțiune transversală prin corpul unui metazoar triploblastic

FILUM PLATHELMINTHES

Începând cu această încrengătură, între ectoderm şi endoderm apare mezodermul – a treia foiță embrionară. De aici şi denumirea de triploblastice a tuturor încrengăturilor ce urmează, în opoziție cu încrengăturile Porifera, Cnidaria şi Ctenaria, numite diblastice. La rândul lor, tribloblasticele se divid în două mari grupe: Protostomia (de la platelminți până la echinoderme, exclusiv) la care blastoporul devine orificiu bucal, în timp ce orificiul anal este o neoformație, şi Deuterostomia (de la echinoderme până la vertebrate, inclusiv) la care blastoporul funcționează ca orificiu anal, iar orificiul bucal este o neoformație.

Platelminții reunesc viermi inferiori, la care cavitatea corpului are origine blastoceliană şi este plină cu un parenchim mezenchimatic. Corpul variază ca formă, fiind foliaceu, cilindric, ca o panglică etc. Dimensiunile ajung de la câteva sute de microni până la peste 20 m. Culoarea este alb-opacă sau

transparentă; formele libere pot fi fi cenuşii, verzi, uneori cu desene viu colorate (policlade, tricladele terestre exotice).

La formele libere, tegumentul posedă cili vibratili. Cuticula, împreună cu musculatura formează teaca musculo-cutană, care, la formele parazite dă naştere la organele de fixare (spini, cârlige, ventuze), iar la cele libere dă naştere la armăturile sclerificate ale genitaliilor.

Digestivul lipseşte la cestode, iar la ceilalți platelminți prezintă un singur orificiu.

Excretorul este de tip protonefridian.

Circulatorul şi respiratorul lipsesc. Formele libere au respirație tegumentară iar cele parazite, anaerobă. Paraziții sanguini şi cei din organe puternic vascularizate sunt aerobi.

Sistemul nervos este format din creier şi cordoane nervoase longitudinale, unite prin comisuri transversale.

Organele de simț, slab dezvoltate la paraziți, sunt reprezentate de peri senzoriali şi fosete ciliare, statocist şi oceli la formele libere.

Cu rare excepții sunt forme hermafrodite. Gonada femelă poate fi unitară, alcătuind un germo-vitelarium sau poate fi distinctă (alcătuită din ovar şi glandă vitelogenă). Dezvoltarea depinde de tipul de ou. Trematodele şi cestodele au cicluri evolutive complicate, cu stadii larvare diferite, schimb de gazdă şi de generații, fenomene de neotenie, poliembrionie şi înmulțirea asexuată.

Din punct de vedere sistematic platelminții cuprind şase clase: Turbellaria, Monogenoidea, Cestodaria, Cestoda, Trematoda, Gnathostomulida.

Turbelariatele (4500 specii) sunt platelminți, care, cu puține excepții, sunt forme libere ce populează toate mediile (marin, dulcicol sau terestru), puține forme fiind parazite. După structura gonadei femele, turbelariatele sunt divizate în două nivele de organizare:

I. *Archoofora*; la acestea, gonada femelă este unitară, formând un germo-vitelarium. Prezintă ouă de tip ectolecit iar segmentarea este de tip spiral. Acest grup este cuprinde următoarele ordine: Nemertodermatida, Acoela, Catenulida, Macrostomida, Haplopharyngida, şi Polycladida.

Ordinul Acoela cuprinde turbelariate mici, cu intestinul nediferențiat, fiind redus la o masă de celule digestive, lipsită de cavitate. *Convoluta*.

Ordinul Polycladida cuprinde specii cu multe ramuri orientate în toate direcțiile. *Leptoplana*.

La grupul II - *Neophora*, gonada femelă este separată în ovar şi glandă vitelogenă. Prezintă ouă ectolecite şi dezvoltare aberantă. Grupul reuneşte următoarele ordine: Lecithoepiteliata, Rhabdocoela, Prolecithophora, Proseriata, şi Tricladida.

Ordinul Rhabdocoela cuprinde forme caracterizate printr-un intestin drept, ca un sac, fără ramuri laterale. *Monocelis*.

Ordinul Tricladida are tubul digestiv format din trei ramuri (una anterioară, două posterioare), fiecare cu ramificații laterale. *Planaria*.

Aspectul intestinului la acoele, rhabdocoele, tricladide şi policladide poate fi observat în fig. 32.

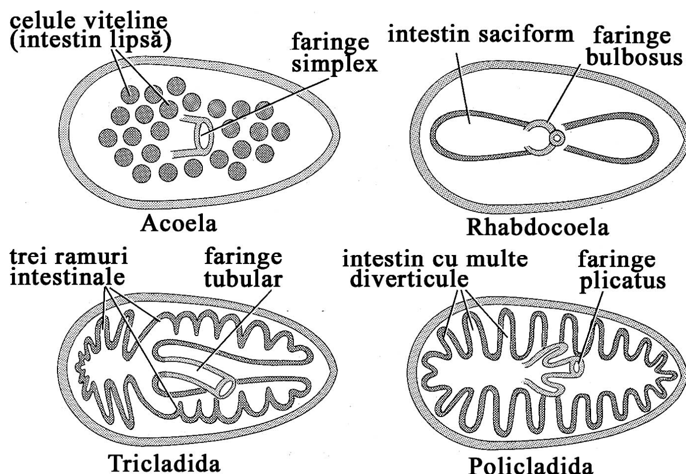


Fig. 32. Aspectul intestinului la patru ordine de platelminți (după Russel, 1968)

Monogenoideele (1100 specii) sunt ectoparaziți pe tegumentul, înotătoarele, branhiile (fig. 33), sau în cavitățile care comunică direct cu mediul extern (cavitatea bucală, nazală, cloacală, urinară), la peşti marini şi dulcicoli sau la amfibieni.

Corpul monogenelor prezintă două regiuni: una anterioară numită *prohaptor* şi o regiune posterioară sau *opistohaptor* (fig. 34). Ambele sunt prevăzute cu organe de fixare. La nivelul prohaptorului organele de fixare sunt reprezentate de glande adezive cu secreție lipicioasă, situate pe laturile

faringelui. Organele de fixare caracteristice opistohaptorului sunt spinii, cârligele sau ventuzele. Intestinul este simplu sau ramificat.



Fig. 33. Monogenul *Paradiplozoon tisae* “in situ” pe branhiile gazdei *Barbus meridionalis petenyi*: clapetele opisthaptorului indicate de săgeți (foto: Mala Stavrescu-Bedivan, din Aioanei şi Stavrescu-Bedivan, 2009)

Monogenoideele sunt forme hermafrodite, cu glandele genitale ale ambelor sexe impare. Sunt forme ovipare sau vivipare. Ciclurile evolutive sunt monoxene. Monogenoideele sunt divizate în două subclase: Monopisthocotylea şi Polyopisthocotylea (fig. 34).

Subclasa Monopisthocotylea cuprinde forme care posedă două ventuze cefalice, uneori şi o ventuză orală. Opisthaptorul, în general, circular, poartă 14-16 cârlige marginale care pot lipsi la adult şi piese mediane, sclerificate. Rareori, opistohaptorul este redus la o singură ventuză. Prezintă unul sau două testicule. Cuprinde ordinele: Dactylogyridea, Gyrodactyloidea.

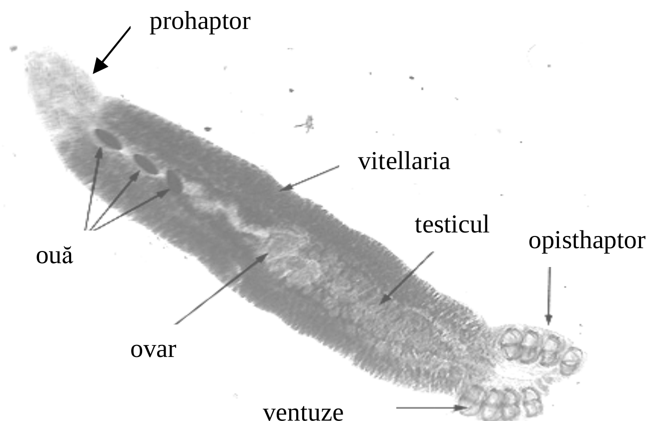


Fig. 34. *Discocotyle sagittata* (adaptare după http://www.umanitoba.ca/science/zoology/faculty/dick/z346/discohome.html)

Subclasa Polyopisthocotylea grupează monogene cu orificiu bucal terminal sau subterminal, în formă de pâlnie şi purtând lateral câte o fosetă evaginabilă prevăzută cu ventuză. În rare cazuri, gura este înconjurată de o ventuză. La adult, opistohaptorul prezintă organe de fixare în formă de cleşti, ventuze şi piese accesorii sclerificate. În general, testiculele sunt numeroase, iar vaginul este prezent sau absent. Prezintă un canal genito-intestinal. Ordinul Diclidophoroidea cuprinde monogene care prezintă fosete de o parte şi de alta a gurii; numeroase testicule. Ordinul Polystomatoidea reuneşte monogene cu gură terminală care se deschide în fundul unei pâlnii; opistohaptorul prezintă trei perechi de ventuze mari şi adesea o pereche de croşete mediane; unicul testicul

este lobat; genitalul femel are două vagine; oncomiracidiul posedă un opistohaptor cu 16 cârlige; forme ecto- sau endoparazite la amfibieni şi reptile.

Cestodele (3400 specii), forme exclusiv endoparazite, reunesc zece ordine: Haplobothrioidea, Pseudophyllidea, Tetrarhynchidea, Diphyllidea, Tetraphyllidea, Nippotaeniidea, Ichthyotaeniidea, Tetrabothridea, Cyclophyllidea şi Aporidea.

Majoritatea cestodelor au corpul turtit, foliaceu sau în formă de panglică. În general, corpul este format dintr-un *scolex* (cap), *un gât* (zonă generatoare de proglote şi *strobilul*, alcătuit din mai multe segmente numite proglote (3 până la 5000) (fig. 35). Proglotele din vecinătatea gâtului sunt *imature*, cele din zona mijlocie a strobilului sunt *mature*, iar ultimele sunt *bătrâne*. Împărțirea corpului în proglote în care se repetă sistemul genital asigură hiperfecunditatea legată de modul de viață parazitar. Scolexul este prevăzut cu organe de fixare (spini, cârlige, ventuze) care prezintă particularități morfologice mai mult sau mai puțin caracteristice pentru câte un ordin de cestode.

Trematodele sunt forme exclusiv endoparazite. Corpul lor, nesegmentat, turtit dorso-ventral este prevăzut cu un organ de fixare numit *acetabulum* (ventuză ventrală), situată ventral, în treimea anterioară a corpului. O ventuză bucală înconjură orificiul buco-anal. Majoritatea sunt hermafrodite, uneori cu tendință spre o dioecie care poate deveni completă în cazul didimozoideelor.

Trematodele (peste 18 000 specii)cuprind trei subclase: Aspidogastrea, Digenea şi Didymozoidea.

Subclasa Digenea cuprinde forme endoparazite. Dezvoltarea se face cu alternanță de generații şi cu schimb de gazde; organe de fixare sunt: două ventuze (bucală, ventrală=acetabulum).

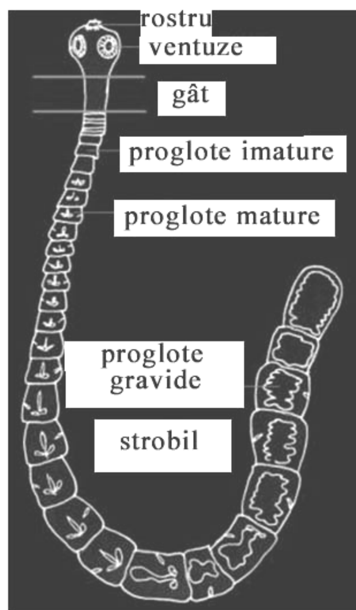


Fig. 35. Alcătuirea corpului unei tenii (Cestoda, Cyclophyllidea, Taeniidae)

Ciclul de viață la *Fasciola hepatica* este prezentat în fig. 36. Gazda intermediară este reprezentată de un molusc gasteropod (*Lymnaea* sp.); gazdele definitive, în care se localizează adultul parazitului sunt reprezentate de vertebrate şi exceptional de nevertebrate.

Subclasa Aspidogastrea reuneşte un grup mic, de 80 de specii, parazite la peşti, chelonieni şi uneori la moluşte. Orificiul bucal este situat pe o

proeminență alungită; ventuza bucală lipseşte, iar ventuza ventrala este foarte mare şi compartimentată. Intestinul este saciform, fără ramificații sau diverticule. *Aspidogaster conchicola* (Aspidogasteridae) parazitează în pericard la bivalvele din genul *Unio*.

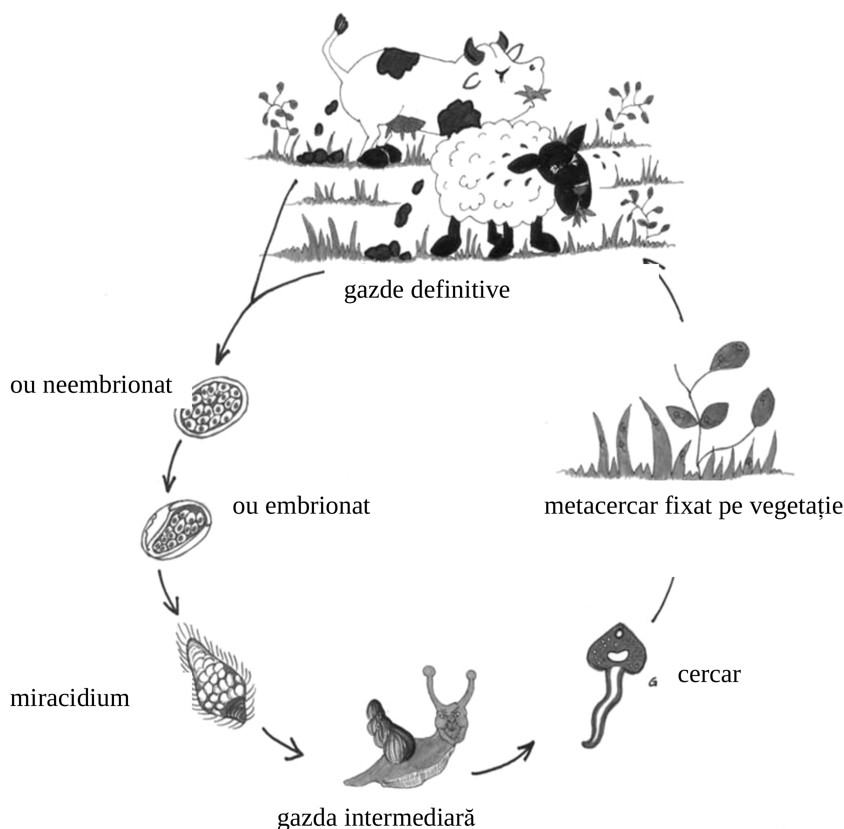


Fig. 36. Ciclul de viață la *Fasciola hepatica* (după http://workforce.cup.edu/buckelew/life_cycle_of_fasciola_hepatica.htm)

FILUM NEMERTINA (NEMERTEA, RHYNCOCOELA)

Cuprinde circa 1400 specii de acelomate specializate, majoritatea fiind libere, marine şi bentonice. Există însă şi forme dulcicole sau terestre, comensale sau parazite. Corpul lor (poate atinge şi 30 m, la *Lineus longissimus*), colorat adesea în culori vii, este alungit, filiform sau sub formă de panglică, extrem de flexibil şi acoperit în permanenţă cu mucus abunent.

Suprafaţa este ciliată şi bogată în celule secretoare, gura ventrală, lângă extremitatea anterioară, iar orificiul anal situat în partea dorsală a extremităţii posterioare. Extremitatea cefalică este destul de slab diferenţiată la cea mai mare parte a speciilor. Anterior se deschid orificiul bucal şi deasupra acestuia orificiul tecii trompei (fig. 37). Musculatura corpului este foarte dezvoltată (fibre circulare, longitudinale şi diagonale, cu dispoziţie diferită după ordin, clasă, familie); cavitatea corpului este plină cu parenchim.

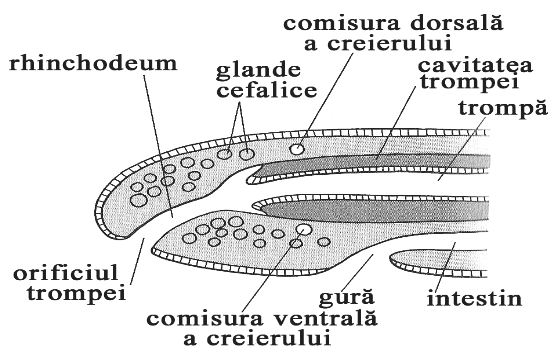


Fig. 37. Secţiune sagitală prin extremitatea anterioară a unui nemertin
(după Ruppert şi colab., 2004)

Sistemul nervos este alcătuit din creier de la care pleacă: o pereche de cordoane medulare longitudinale laterale (fig. 38), un cordon longitudinal medio-dorsal şi mai rar un cordon medio-ventral. Organele de simț sunt reprezentate prin celule senzoriale cu peri tactili pe corp, în special la extremitatea anterioară; 1-3 perechi de ochi de tip invers, în majoritatea cazurilor subepiteliali, în vecinătatea creierului; statocişti; chemoreceptori sub formă de brazde longitudinale sau transversale sau gropițe ciliate în regiunea cefalică.

Organele cerebrale (fig. 39) sunt proprii nemerțienilor; reprezintă invaginări epidermice saciforme, ciliate, cu celule glandulare şi ganglionare.

Trompa poate fi sau nu înarmată cu stileți. Tubul digestiv posedă două orificii: gura cu poziție anterioară, care poate coincide sau nu cu orificiul cavității trompei, şi anusul posterior. Anusul apare pentru prima dată în seria animală. Intestinul prezintă cecumuri metamerice. Circulatorul este închis şi apare pentru prima dată în serie. Excretorul este de tip protonefridian. Respirație tegumentară.

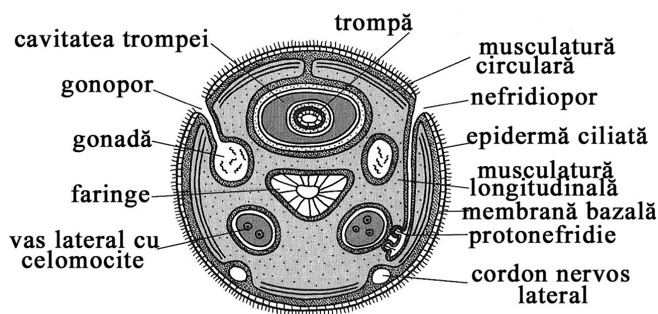


Fig. 38. Secțiune transversală printr-un nemertin (după Ruppert şi colab., 2004)

Nemerțienii sunt dioici, gonadele şi orificiile genitale au dispoziție pseudometamerică, fiind situate între cecumurile intestinale. Dezvoltarea poate fi directă sau cu stadii larvare.

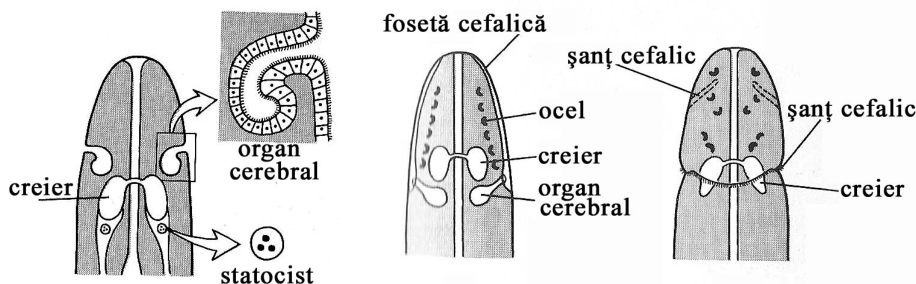


Fig. 39. Organe de simț la nemerțieni (după Ruppert şi colab., 2004)

Nemerțienii sunt divizați în două clase: Enopla şi Anopla.

Reprezentanții clasei Anopla posedă o trompă neînarmată cu stileți. Gura este situată posterior creierului. Clasa cuprinde două ordine: Paleonemertea (dezvoltare directă, cca. 100 specii) şi Heteronemertea (dezvoltare cu metamorfoză, cca. 500 specii).

Clasa Enopla (650 specii descrise) cuprinde forme cu trompa înarmată. Dezvoltarea este directă. Ordinul Haplonemertini (intestin cu diverticule metamerice) şi Ordinul Bdellomorpha (nu au diverticule intestinale, ochi sau organe cerebrale).

REZUMAT

Diviziunea Bilateralia Triploblastica reuneşte metazoare a căror simetrie a corpului este bilaterală, şi la care în ontogenie, apare a treia foiță embrionară (mezodermul). Categoriile sistematice ale acestei diviziuni pot fi grupate în trei secțiuni, în funcție de prezența sau absența celomului: Acelomate, Pseudocelomate şi Eucelomate. Capitolul 4 prezintă diagnoza şi sistematica succintă a principalelor clase de acelomate aparținând filumurilor Plathelminthes şi Nemertina.

ÎNTREBĂRI

1. La ce organisme apare pentru prima dată mezodermul?
2. De câte tipuri poate fi intestinul la platelminți? Exemplificați!
3. Care sunt particularitățile nemerțienilor?

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Aioanei, F., Stavrescu-Bedivan, M.-M., 2009. Aspecte de ecologie a unor grupe de paraziți la specii de peşti dulcicoli din fauna României. Edit. Universității din Bucureşti, 232 p.
2. Năstăsescu, M., Suciu, M., Aioanei, F., 1998. Zoologia Nevertebratelor. Manual de lucrări practice. P. I. Edit. Univ. Bucureşti.

CAPITOLUL 5

DIVIZIUNEA BILATERALIA TRIPLOBLASTICA - *PSEUDOCELOMATE*

OBIECTIVE:

- cunoaşterea răspândirii şi modului de viață a reprezentanților principalelor categorii de metazoare pseudocelomate;
- cunoaşterea morfologiei externe, organizării interne, a reproducerii şi modului de dezvoltare a pseudocelomatelor;
- cunoaşterea diferențelor dintre entoprocte şi ectoprocte

CUVINTE CHEIE:

- protostomieni pseudocelomați
- nematelminți, priapulide, entoprocte
- corona, mastax
- amfide, phasmide
- lemnisci
- zonite

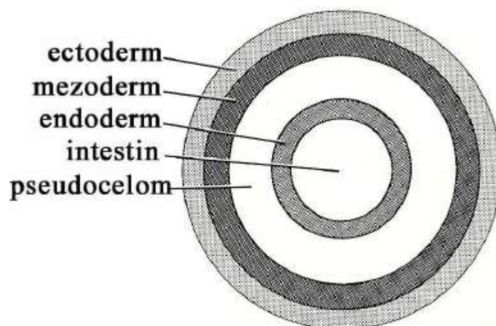


Fig. 40. Secțiune transversală printr-un organsim pseudocelomat

FILUM NEMATHELMINTHES (ASCHELMINTHES)

Sunt forme pseudocelomate cu un pseudocel spațios (fig. 40). Denumirea grupului vine de la gr. *nema* (fir), cu referire la forma corpului – lung, filiform sau cilindric, nesegmentat, cu simetrie bilaterală.

Corpul este protejat de o cuticulă tare, groasă, chitinoidă, secretată de hipodermul sincițial, lucru care obligă la năpârliri periodice. Ciliatură vibratilă absentă. Musculatura peretelui corpului este dispusă în câmpuri longitudinale. Când există un tub digestiv, acesta prezintă gură şi anus.

Circulatorul şi respiratorul lipsesc. Aparatul excretor este protonefridian, uneori absent, sau de tip tubular sau glandular.

Sexele sunt separate. Dezvoltarea se face, în general, fără metamorfoză. Prezintă atât forme libere cât şi parazite la plante şi animale. Nematelminții sunt împărțiți în şase clase: Gastrotricha, Rotatoria, Nematoda, Nematomorpha, Acanthocephala şi Kinorhyncha (Echinodera) (Kaestner, 1969).

Alte clasificări mai recente (bazate şi pe studii moleculare), propun plasarea *gastrotrichilor*, *rotiferelor* şi *acantocefalilor* (ridicați la rang de filum) în suprafilumul Platyzoa (alături de platelminți); de asemenea, *nematodele* şi *nematomorfele* (filumuri) s-ar încadra în suprafilumul Ecdysozoa (alături de artropode, *echinodere*, onychofore, tardigrade şi priapulide) (conform http://en.wikipedia.org/wiki/). Totuşi, din considerente didactice, vom păstra clasificarea lui Kaestner.

Reprezentanții clasei Gastrotricha (cca. 700 specii) sunt nematelminți dulcicoli sau marini. Numele grupului vine de la faptul că prezintă o ciliatură ventrală (*gastros* = abdomen; *tricha* = păr, lb. gr.) cu rol în locomoție. Cele mai multe forme nu depăşesc în lungime câțiva mm.

Corpul este alungit, convex dorsal şi plan ventral, anterior cu un cap delimitat de trunchi printr-un gât, posterior bifurcat (fig. 41). Tegumentul este prevăzut cu tuburi adezive cu poziție variabilă şi cu rol în fixarea de substrat sau locomoție. Porii faringieni pot fi prezenți sau nu.

Gastrotrichii cuprind două ordine: Macrodasyida şi Chaetonotida.

Gastrotrichii au caractere de turbelariate (ciliatura, gropițe senzoriale ciliate, protonefridie, stare hermafrodită, începutul segmentării de tip spiral), dar şi de nematode (cuticula, epiderma sincițială, musculatura longitudinală, structura faringelui, primul plan de diviziune a oului transversal).

Rotiferii (2200 specii) sunt nematelminți acvatici la care partea anterioară a corpului este modificată într-un aparat rotator. Aceste animale au

corpul transparent, uneori pigmentat în verde, roşu, portocaliu, sau brun şi cu dimensiuni între 0,1-0,5 mm lungime. Comparativ cu dimensiunile reduse ale corpului, numărul celulelor constitutive este mare: *Epiphanes senta* are 183 nuclei ganglionari, 91 în faringe, 28 la protonefridie.

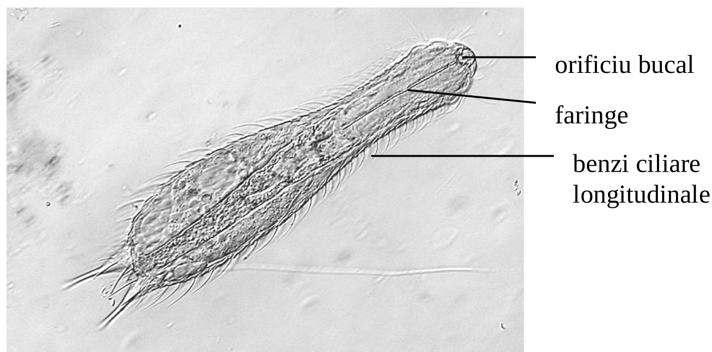


Fig. 41. *Chaetonotus maximus*
(http://www.plingfactory.de/Science/GruKlaOeko/Teichleben/Wuermer/Gastrotricha.html)

Sunt forme cosmopolite care populează mediul dulcicol, salmastru sau marin. Rotiferii prezintă fenomenul de ciclomorfoză (variație cicilică a habitusului), influențat de factori de mediu dar şi genetici.

Corpul rotiferilor are trei regiuni: cefalică (îngustă şi lățită, poartă *corona* sau *aparatul rotator*), mijlocie (cea mai mare, reprezintă trunchiul acoperit cu o lorică divizată uneori în inele sau plăci şi ornamentată cu spini), posterioară (piciorul, terminat cu 1-2 degete). Faringele prezintă un aparat masticator numit *mastax* (fig. 42). Se hrănesc cu protozoare, rotiferi sau mici

metazoare. Majoritatea rotiferilor prezintă dimorfism sexual, masculii fiind pigmei şi apărând în anumite momente ale ciclului de viață.

Rotiferii se clasifică în subclasele Seisonidea şi Eurotatoria.

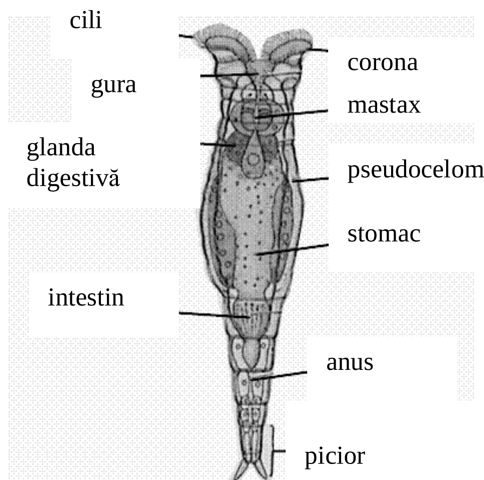


Fig. 42. Alcătuirea corpului unui rotifer (adaptare după http://www.cartage.org.lb/en/themes/Sciences/Zoology/Biologicaldiverstity/AnimalsI/AnimalsI.htm)

Nematodele (peste 80 000 specii descrise) sunt nematelminți cu corp bilateral simetric, cilindric, filiform şi cu cele două extremități ascuțite. Grupul cuprinde specii libere, comensale sau parazite la plante sau animale. Dimensiunile corpului variază între câțiva mm şi câțiva m; *Placentonema gigantissima* măsoară 8,4 m lungime şi 2,5 cm diametru. Corpul nematodelor este protejat de o cuticulă care poate avea diferite ornamentații. Cuticula poate purta papile, peri senzitivi, ventuze mici, organe glandulo-senzitive, etc. Sub cuticulă se găseşte un hipoderm sincițial care prezintă patru îngroşări

longitudinale (două laterale, una dorsală şi una ventrală) care divizează musculatura de tip mioepitelial în câmpuri longitudinale. Tegumentul şi musculatura (numai fibre longitudinale, dispuse în câmpuri, separate de patru creste hipodermice) formează o teacă musculo-cutană. Tegumentul este lipsit de celule ciliate. Cavitatea corpului este un pseudocel spațios. Sistemul nervos central posedă ganglioni grupați în jurul unui inel perienteric. Cordoanele nervoase sunt intraepidermice. Organele de simț sunt puțin dezvoltate. Tubul digestiv are orificiul bucal terminal şi anterior, iar anusul este situat posterior, subterminal şi ventral. Excretorul este de tip protonefridian, reprezentat de *renete* (glande ventrale) şi prin două canale longitudinale cuprinse în două celule mari din îngroşările laterale. Canalele excretoare longitudinale sunt unite printr-un canal transversal ce se deschide printrun por excretor ventral. Corpul nematodelor nu prezintă celule ciliate sau flagelare. Circulatorul şi respiratorul lipsesc. Majoritatea au sexe separate (fig. 43). Puține sunt hermafrodite. Se întâlnesc şi forme partenogenetice. Dezvoltarea embrionară este determinată.

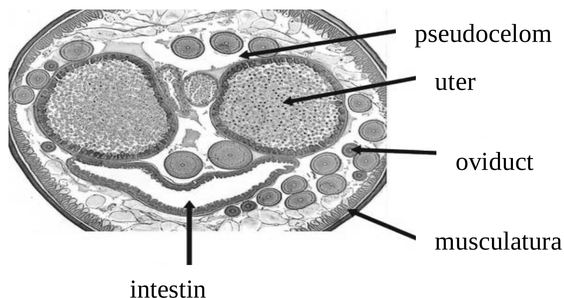


Fig. 43. Secțiune transversală prin corpul unei femele de *Ascaris* (http://www.esu.edu/~milewski/intro_biol_two/lab__10_platy_nemat/ascaris_female_xs.html)

Clasa Nematoda este împărțită în două subclase: Adenophorea (Aphasmidia) şi Secernentea (Phasmidia). Nematodele subclasei Aphasmida posedă organe chemoreceptoare anterioare, postlabiale, numite *amfide*. Glandele esofagiene sublaterale nu se varsă niciodată la baza cavității bucale. Posedă glande caudale. Excreția se face prin renete. La mascul, bursa copulatoare lipseşte. Majoritatea speciilor libere sunt marine (*Plectus*), însă se cunosc şi specii dulcicole şi terestre (*Dorylaimus*). Există şi forme parazite (*Trichinella spiralis, Trichiuris trichiura*).

Reprezentanții subclasei Phasmida posedă *phasmide* (glande care se deschid la extremitatea posterioară, servind la fixarea de substrat; sunt omoloage tuburilor adezive ale celorlalți nematelminți). Glandele caudale şi hipodermice sunt absente. Amfidele sunt slab dezvoltate, puțin distincte şi cu deschidere în formă de por. Excretorul prezintă canal lateral simplu sau dublu. Organele senzoriale cefalice au aspect papiliform. Papilele şi prii somatici lipsesc (excepție face regiunea anală a masculilor). Porii cervicali sunt prezenți. Masculii au papile genitale perechi şi bursă copulatoare. Glandele rectale sunt prezente. Subclasa Aphasmida cuprinde nematode terestre, uneori acvatice sau parazite la plante şi animale (*Ascaris, Toxocara*, *Enterobius*, *Dracunculus*, *Ancylostoma, Wuchereria*).

Clasa Nematomorpha (326 specii) reuneşte nematelminți paraziți în stadiile juvenile, la artropode dar liberi ca adulți. Trăiesc în mediul dulcicol sau acvatic. La adulți faringele nu este diferențiat iar intestinul este parțial atrofiat,

aceştia nehrănindu-se în această perioadă. Nu prezintă hipoderm cu îngroşări longitudinale şi nici câmpuri musculare, ca la nematode. Prezintă dimorfism sexual. Orificiile genitale sunt terminale iar canalele genitale se deschid în intestinul posterior, dilatat într-o cloacă.

Nematomorfele cuprind două ordine: Gordioidea (forme dulcicole) şi Nectonematoidea (forme marine).

Acantocefalii (1150 specii) sunt exclusiv forme endoparazite. În general au dimensiuni de 1-2 cm, dar pot atinge în lungime şi 65 cm (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*).

Corpul lor prezintă două regiuni distincte: prosoma protractilă (partea anterioară) şi trunchiul. Tubul digestiv lipseşte iar sistemul excretor, atunci când există este de tip protonefridian. Ciclul evolutiv este heteroxen. Gazdele intermediare sunt reprezentate de artropode în care larvele se localizează în cavitatea corpului. Gazdele definitive sunt mamiferele la care adulții sunt localizați în intestin. Prosoma prezintă un gât şi o trompă sau *proboscis* înarmat cu şiruri de cârlige recurente cu rol de fixare. Această armătură a proboscisului are rol taxonomic. Trompa se poate invagina într-o teacă. Invaginarea este facilitată de muşchi autonomi care constituie peretele trompei şi muşchi care se anastomozează cu musculatura longitudinală a trunchiului, constituind muşchii retractori. De teaca trompei se inseră muşchiul retractor al acesteia care cu capătul opus se anastomozează cu musculatura peretelui trunchiului. La baza tecii trompei se găseşte un ganglion nervos de la care pleacă nervi la

musculatura şi organele de simț din zonă. Tot din ganglionul bazal se desprinde o pereche de nervi laterali care dau ramuri la organele genitale.

Peretele corpului este protejat de o cuticulă subțire sub care este situat un hipoderrm sincițial gros cu nuclei giganți şi care prezintă o rețea complicată de canale lacunare. Prin sistemul lacunar de canale circulă permanent un licid, sub efectul contracțiilor musculaturii corpului.

La joncțiunea dintre presomă şi trunchi, proeminând în pseudocel, se găsesc două (rar patru sau şase) invaginări numite *lemnisci* (fig. 44). Rolul lemniscilor este de rezervor pentru fluid când proboscisul este retractat. Sub hipoderm se găseşte un strat dermic, subțire, şi un strat subțire de musculatură longitudinală şi circulară. De receptaculul proboscisului se prind sacii ligamentari dorsal şi ventral. Sexele sunt separate.

Acantocefalii cuprind trei ordine: Acanthocephala (*Neoechinorhynchus*), Palaeoacanthocephala (*Echinorhynchus*), Arhiacanthocephala (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*).

Clasa Kinorhyncha (Echinodera) cuprinde aproximativ 150 specii, exclusiv marine, de dimensiuni mici (1 mm). Cuticula este foarte dezvoltată. Corpul este împărțit în cap, gât şi trunchi, ultimul format din 11, rar 12 inele numite *zonite* (fig. 45), acoperite cu plăci dorsale şi laterale şi spini mobili, care au sugerat denumirea de Echinodera. Anterior, ventral şi uneori lateral, există o pereche de tuburi adezive. Capul mobil, cu coroane de spini, se poate retrage în gât sau în zonitul I. Hrana o constituie diatomeele, detritusul sau mâlul, aspirate

de faringe. Sexele sunt separate, iar orificul genital se află pe ultimul zonit, înaintea anusului.

Echinoderele au trăsături comune cu nematodele, gastrotrichiile şi priapulidele. Caracterele proprii sunt: cuticula segmentată în zonite, musculatura dispusă în fascicule, cordonul ventral ganglionizat.

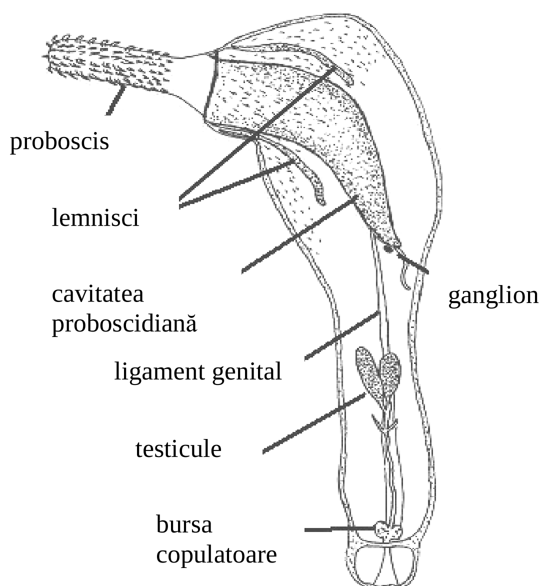


Fig. 44. Organizarea unui acantocefal (mascul) (după http://www.answers.com/topic/acanthocephala).

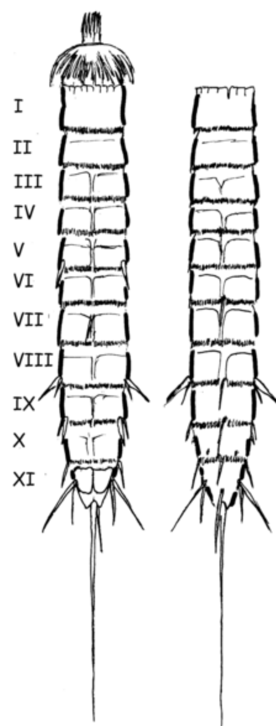


Fig. 45. *Zelinkaderes floridensis* (Kinorhyncha) dorsal şi ventral (după http://en.wikipedia.org/wiki/File:Kinorhyncha.png).

FILUM PRIAPULIDA

Reuneşte un grup mic, de doar 16 specii, grupate în şapte genuri; se cunosc şi câteva genuri fosile, datând din perioada cambriană. Cele mai mari specii pot atinge 17 cm lungime. Sunt animale endogee, trăind din regiunea țărmului până la 9000 m adâncime, în mâlul şi nisipul mărilor şi oceanelor reci (coastele Atlanticului, Marea Baltică, litoralul Siberiei, apele Antarcticii, Alaska). Genul *Priapulida* este schițat în fig. 46.

Corpul cilindric, cu aspect greoi şi nesegmentat, este împărțit în două regiuni: o trompă retractilă, care conține faringele şi ganglionul cerebroid; un trunchi, de două ori lungimea trompei, cu 30-100 inelații cu tuberculi şi spini.

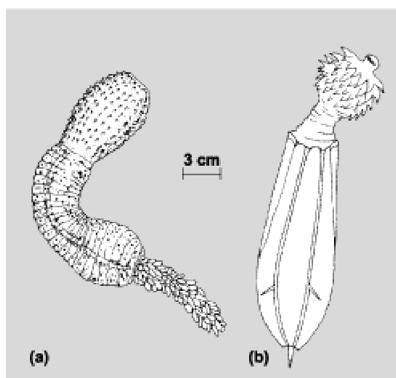


Fig. 46. *Priapulida:* (a) adult şi (b) larva (http://www.answers.com/topic/priapulida).

Epiderma secretă o cuticulă bistratificată, din proteină şi chitină; animalele năpârlesc. Cavitatea corpului este un pseudocel, delimitat de o

membrană anhistă, neciliată. Studii electrono- microscopice au pus în evidență nuclei, pledând pentru existența unui celom; totuşi, cel mai probabil este vorba despre un hemocel.

Priapulidele au caractere ce amintesc de kinorinchii şi acantocefali. Relațiile filogenetice rămân neclare, datorită lacunelor existente în ontogenie.

Sexele sunt separate, fecundația este externă, în apa de mare. Elementele genitale sunt eliminate prin tubul protonefridian. Segmentarea este totală şi radiară.

FILUM ENTOPROCTA (CAMPTOZOA)

Această încrengătură reuneşte aproximativ 150 specii, grupate în patru familii şi cca. 15 genuri. Dimenisunile corpului sunt cuprinse între 0,5 şi 5,0 mm. Au aspect de tentaculat, ca urmare a adaptării lor la viața sedentară şi la modul de a captura hrana cu ajutorul unor tentacule (fig. 47). În general sunt marine, formând colonii sau izolate, cu înfățişare de polipid, însă indivizii sunt fixați cu ajutorul unui peduncul. *Urnatella gracilis* este dulcicolă, larg răspândită. Coroana de tentacule nu este retractilă ca la briozoare, iar orificul anal se află în interiorul coroanei tentaculare, alături de gură şi porii excretori.

Nu au celom ca briozoarele spațiul dintre organe fiind umplut de un țesut parenchimatos ca la platelminți. Multă vreme, entoproctele şi ectoproctele au fost cuprinse împreună în clasa Bryozoa. Totuşi, între aceste două grupe există deosebiri mari, care au dus la separarea lor: ectoproctele rămân incluse în

lofoforate, iar entoproctele, ca încrengătură separată, printre pseudocelomate (v. Cap. 6).

Nutriția este microfagă (particule organice mici, diatomee, mici protozoare). Aparatul excretor este format din protonefridii. Se dezvoltă prin metamorfoză; larva este foarte asemănătoare cu trocofora anelidelor. Se reproduc sexuat (unele specii sunt hermafrodite, altele dioice), dar şi asexuat, prin înmugurire.



Fig. 47. *Pedicellina cernua* (http://home.hetnet.nl/~faassema/Pedicellinacernua.html)

REZUMAT

Pseudocelomul este o cavitate persistentă, derivată din blastocelul embrionar. Pseudocelul ocupă spațiul dintre mezodermul pereților corpului şi endodermul intestinului. Organele interne sunt libere în acest spațiu, şi nu există un peritoneu care să delimiteze această cavitate. Din categoria metazoarelor

triblastice pseudocelomate fac parte filumurile: Nemathelminthes (viermii cilindrici), Priapulida şi Entoprocta.

ÎNTREBĂRI

1. Ce se înțelege prin pseudocelom?
2. Care sunt marile categorii de organisme pseudocelomate?
3. Care este diferența dintre entoprocte şi ectoprocte?

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Aioanei, F., 2003. Zoologia nevertebratelor. Partea I: Protozoa. Seria Biologie-Agricultură, proiect Leonardo da Vinci RO/01/B/F/PP 141072, Bucureşti, ISBN 973-0-03117-7, 120 p.
2. Firă, V. Năstăsescu, M., 1977. Zoologia nevertebratelor. Ed. Didact. Pedag., Bucureşti, 406 p..

- www.wikipedia.org
- www.answers.com
- www.encyclopedia.com

CAPITOLUL 6

DIVIZIUNEA BILATERALIA TRIPLOBLASTICA - *EUCELOMATE*

OBIECTIVE:

- cunoaşterea răspândirii şi modului de viață a reprezentanților principalelor filumuri de metazoare eucelomate;
- cunoaşterea morfologiei externe, organizării interne, a reproducerii şi modului de dezvoltare a eucelomatelor;
- cunoaşterea filogeniei diverselor grupe şi a sistemului de clasificare pentru principalele filumuri de eucelomate.

CUVINTE CHEIE:

- protostomieni eucelomați
- deuterostomieni eucelomați
- gasteropode, bivalve, cefalopode, sipunculide, echiuride, articulate, echinoderme

FILUM MOLLUSCA

S-a estimat că ar exista în jur de 200 000 specii actuale (Winston şi Lindberg, 2004) şi 70 000 specii fosile de moluşte (Brusca şi Brusca, 2003) (http://en.wikipedia.org/wiki/Mollusca).

Diversificarea acestor animale s-a petrecut în precambrian, iar în mările ordovicianului, erau animalele predominante.

Moluştele reprezintă un grup de mare succes în regnul animal, ținând cont de numărul mare de specii şi de varietatea de habitate la care s-au adaptat (mediu dulciocol, marin, terestru). Câteva specii sunt comensale sau parazite.

Din punct de vedere al organizării şi ontogeniei, moluştele demonstrează afinități cu platelminții şi anelidele.

Unii autori au reconstituit un strămoş ipotetic, precambrian, cu mişcare de târâre pe fundul oceanului şi o organizare arhaică (Fig. 48).

Corpul unui molusc cuprinde cinci regiuni distincte: capul (anterior), poartă organele de simț, aparatul radular şi inelul nervos periesofagian; piciorul (ventral); masa viscerală (dorsal), alcătuită din stomac, glanda digestivă, inima, celomul, rinichii şi gonadele; mantaua sau *pallium* – răsfrângere tegumentară ce înconjură sacul visceral şi delimitează o *cavitate paleală* (posterior), care conține branhiile, anusul, orificiile excretoare şi cele genitale; *cochilia* – secreție cutanee a mantalei.

La majoritatea moluştelor, piciorul este bine dezvoltat. La cefalopode, piciorul se transformă în brațe localizate în jurul capului. Piciorul are forme diferite, cum ar fi de talpă, lamă de topor, țăruş. El este un organ musculos care serveşte la deplasare.

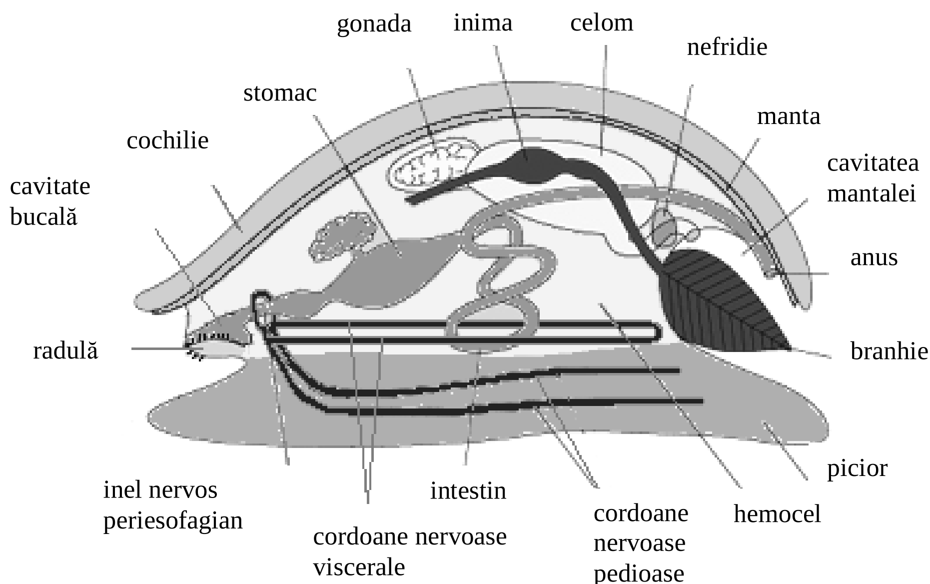


Fig. 48. Organizarea moluscului primitiv ipotetic (adaptare după http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mollusc_generalized.png)

Forma, culoarea şi consistența cochiliei calcaroase au rol important în identificarea şi clasificarea speciilor, alături de poziția cavității paleale.

Epiderma este ciliată şi glandulară, mucusul secretat facilitând alunecarea pe substrat. Se presupune că moluscul primitiv avea o mişcare asemănătoare turbelariatelor, prin acțiunea combinată a musculaturii piciorului, cu unde de contracție ca la gasteropode. Teaca musculo-cutană se constituie

într-un picior primitiv, cu aspect de talpă pentru târâre şi specializat în cursul evoluției la diferite moduri de viață.

La formele primitive, sistmul nervos central este format dintr-un inel nervos periesofagian şi două perechi de trunchiuri longitudinale (cordoane nervoase pedioase, în grosimea piciorului şi cordoane nervoase pleuro-viserale, care inervează mantaua şi organele interne). La formele mai evoluate, trunchiurile nervoase se condensează, formând ganglionii pedioşi (pleurali şi viscerali, la gasteropode, scafopode, lamelibranchiate) sau contopiți într-un creier (la dibranhiate şi opistobranhiate). Organele de simț sunt reprezentate de una sau două perechi de tentacule cefalice (absente la poliplacofore şi solenogastre), ochi, statocişti, osfradii, organul subradular (la poliplacofore, scafopode, unele gasteropode primitive) şi estete cu rol tactil, uneori transformate în ochi (la poliplacofore).

Sistemul digestiv este alcătuit din cavitate bucală, faringe, esofag, stomac, intestin mediu şi posterior. Lungimea intestinului şi numărul anselor sunt în legătură cu regimul de hrană, iar la gasteropode cu răsucirea asimetrică a masei viscerale. Cele două perechi de glande anexe au origini diferite: cea stomodeală, ectodermică, se deschide în cavitatea bucală sau în esofag; cea stomacală, endodermică, reprezintă glanda digestivă. Gura, subterminală şi ventrală, conduce în cavitatea bucală căptuşită cu cuticulă şi cu o invaginare posterioară, numită sacul radular, în care se află *aparatul radular*; acesta lipseşte la bivalve, datorită hrănirii microfage. Aparatul radular constă dintr-o bandă cartilaginoasă numită odontofor, pe care alunecă radula, o placă

cuticularizată cu numeroşi dinți recurbați dispuşi în şiruri longitudinale. Radula este secretată de de epiteliul laturii ventrale a sacului ventral, în care stă răsucită cu dinții spre interior, pentru a nu-i răni pereții. Numărul, structura şi dispoziția dinților au un important rol în sistematică. Odontoforul este acționat de muşchi retractori şi protractori, fixați pe el şi pe radulă. Radula are creştere continuă; anterior, dinții ei se tocesc prin funcționare. Structura radulei depinde de regimul alimentar. La cefalopode, există o pereche de maxile care formează “ciocul de papagal”. Digestia se produce în stomac, a cărui aciditate scade vâscozitatea mucusului şi eliberează particulele alimentare. Aici se deschid conductele glandei digestive, producătoare de fermenți.

Sistemul respirator este de tip branhial. Branhiile primitive sunt ctenidii bipectinate, fiind alcătuite din lamele triunghiulare transversale (Fig. 49), ciliate şi dispuse alternativ pe laturile unui ax lung (axul septal), care conține vase de sânge, muşchi şi nervi.

Sistemul circulator este deschis. Sângele oxigenat de la branhii ajunge la inimă, care la *Neopilina* (monoplacofor) şi în stadiile ontogenetice, este scurtă şi pară (condiție primitivă). La celelalte clase, cele două ventricule fuzionează, iar venele branhiale se dilată în auricule, în număr corespunzător branhiilor şi rinichilor. De exemplu, cefalopodele dibranhiate (sepia, calmarul) au două auricule, două branhii şi două organe Bojanus. Între sistemul arterial şi cel venos nu se formează capilare, lichidul sanguin ajungând în lacunele care scaldă organele. La cefalopode însă, sistemul circulator devine practic închis, iar vasele sanguine sunt pe o mare porțiune contractile. Pigmentul respirator

este hemocianina, pe bază de cupru, dizolvată în plasmă, niciodată în globule. Față de hemoglobina vertebratelor, hemocianina are o moleculă mare şi cu dublu rol: transportă oxigenul şi asigură presiunea coloidosmotică a lichidului sanguin. Hemocianina este incoloră; oxidată, devine albastră-pal. Puține specii au hemoglobină, de exemplu *Arca*, în globule şi *Planorbis*, în plasmă.

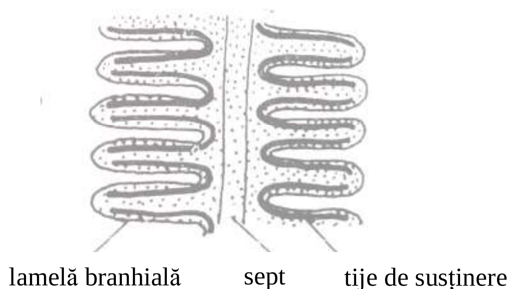


Fig. 49. Secțiune frontală printr-o ctenidie bipectinată (din Suciu şi Năstăsescu, 1977)

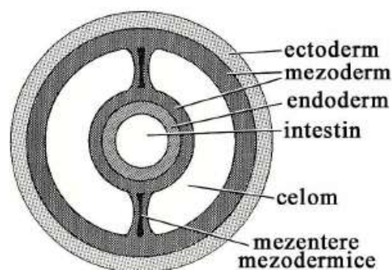


Fig. 50. Secțiune transversală printr-un organism eumetazoar

Deşi moluştele sunt celomate (fig. 50), celomul lor este redus la mici spații incluzând inima (pericard) şi gonadele (gonocel). Cavitatea principală a corpului este un hemocel, prin care sângele circulă şi care include majoritatea celorlalte organe interne.

Sistemul excretor este alcătuit din rinichi (organele lui Bojanus) – metanefridii modificate: şase perechi la *Neopilina*, două perechi la *Nautilus* şi o pereche la celelalte clase.

Cochilia – trăsătura caracteristică a moluştelor, reprezintă o secreție cuticulară dorsală a mantalei, mineralizată prin depunere de carbonat de calciu.

Cochilia este alcătuită din trei straturi: *periostracum* (extern şi subțire, conține scleroproteina conchiolină cu două lame – internă şi externă), *ostracum* (stratul principal, format din prisme calcare, îmbrăcate într-o matrice de conchiolină şi aşezate perpendicular față de suprafața cochiliei) şi *hipostracum* (intern, sidefos sau porțelanos, aflat în atingere cu fața externă a mantalei, format din lame calcare orizontale şi substanță proteică mai abundentă) (fig. 51).

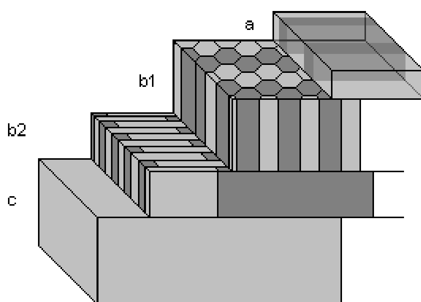


Fig. 51. Schematizarea straturilor cochiliei la moluşte
a: periostracum; **b1, b2**: ostracum; **c**: hipostracum (Ghesquiere, 2000 http://www.weichtiere.at/Mollusks/Schnecken/morphologie/shell.html)

Ligamentul bivalvelor este un rest nemineralizat al cochiliei primitive. La grupele de moluşte care au trecut la o viață mai mobilăşi la o nutriție activă, se remarcă diferite grade de reducere a cochiliei, până la totala ei dispariție (unele gasteropode, cefalopode actuale).

Moluştele se reproduc pe cale sexuată; cu excepția unor gasteropode (opistobranhiate şi pulmonate), sexele sunt separate. Fecundația externă, considerată cea primitivă, se întâlneşte la poliplacofore, solenogastre, monoplacofore, bivalve, prosobranhiate. Fecundația internă, îngreunată de poziția orificiilor în cavitatea paleală, determină diferențierea unor dispozitive pentru transferul spermei: organe copulatoare la gasteropode, transformarea unui braț în organ copulator la cefalopode, spermatofori.

Segmentarea ouălor se face în raport cu cantitatea de vitelus din ou. Astfel, segmentarea poate fi totală, egală sau inegală (la majoritatea), sau parțială (discoidală, la cefalopode). Gastrulația are loc prin epibolie, iar modul de formare al mezodermului este de tip teloblastic. În dezvoltare apare o larvă trocoforă; la gasteropode şi lamelibranhiate se interpune larva veliger (derivat al trocoforei), cu coroană ciliară preorală foarte dezvoltată, cochilie, picior, inimă, rinichi larvari. La cefalopode, dezvoltarea este directă.

În acepțiunea generală, încrengătura Mollusca se împarte în următoarele şapte clase: Aplacophora, Monoplacophora, Gasteropoda, Bivalvia, Scaphopoda şi Cephalopoda. Opiniile zoologilor variază însă în ceea ce priveşte clasificarea. Unii autori includ clasa Caudofoveata şi solenogastrele în aplacofore (Healy, 2001; Ruppert şi colab., 2004) (http://en.wikipedia.org/wiki/Mollusca). În clasificările mai vechi (Barnes, 1968; Kaestner, 1969 cit. de Firă şi Năstăsescu, 1977), aplacoforele şi monoplacoforele erau incluse în gruparea Amphineura. De asemenea,

Rostroconchia şi Helcionelloida sunt considerate a fi două clase de moluşte extincte (Runnegar şi Pojeta, 1974; Clarkson, 1998). În “Enciclopedia completă a cochiliilor”, Bruyne (2004) prezintă două subfilumuluri ale moluştelor: Aculifera şi Conchifera, clasificare bazată pe caracteristici ale corpului şi cochiliei; aculiferele sunt împărțite în clasele Aplacophora (cu subclasele: Caudofoveata – Chaetodermomorpha şi Solenogastres – Neomeniomorpha) şi Polyplacophora (cu subclasele: Neoloricata şi Palaeoloricata).

În tratatele mai vechi de zoologie, *poliplacoforele* cuprindeau trei ordine: Lepidopleurina, Ischiochitonina şi Acanthochitonina. Conform unei recente clasificări în domeniu (Sirenko 2006), taxonomia se bazează nu numai pe morfologia cochiliei ca de obicei, ci şi pe alte trăsături importante, ce includ: estetele, radula, branhiile, glandele şi spermatozoizii. Această ultimă clasificare, în prezent general acceptată, cuprinde toate genurile de chitoni, actuale şi fosile. Astfel, clasa Polyplacophora apare ca fiind alcătuită din două subclase – Paleoloricata şi Neoloricata, acestea totalizând patru ordine, patru subordine, 33 familii; de asemenea, mai există şi patru familii *incertae sedis*. În taxonomia lui Sirenko, Lepidopleurina şi Acanthochitonina au valoare de subordin (conform http://en.wikipedia.org/wiki/Chiton).

Deşi în unele clasificări termenii de Aplacophora şi Solenogastres apar ca sinonimi, tendința actuală este de a face distincția între aceste două grupări. Dacă odinioară se credea că *aplacoforele* sunt echinoderme, începând din 1987 au fost recunoscute oficial ca moluşte şi ca o clasă aparte. După Giribet şi

colab. (2006), aplacoforele ar cuprinde doua clase – Solenogastres şi Caudofoveata, care reunesc în total 28 familii.

În 2006, un studiu molecular la *Laevipilina antarctica* a indicat faptul că Monoplacophora şi Polyplacophora fomează o cladă, *Neopilina* înrudindu-se cu chitonii. Cele două clase din această nouă cladă, pentru care s-a propus numele Serialia, au un număr variabil de branhii repetate serial şi opt seturi de muşchi pedioşi dorsoventrali (Giribet şi colab., 2006). Acest studiu contrazice evidența fosilă, care sugerează că Monoplacophora este grupul soră al conchiferelor, şi că cefalopodele au apărut dintr-o descendență monoplacoforă. Evidența fosilă indică că moluscul ancestral era asemănător unui monoplacofor şi că poliplacoforele au descins din monoplacofore şi nu invers. *Monoplacoforele* actuale sunt reunite în ordinul Tryblidiida, care conține patru familii şi opt genuri.

Gasteropodele cuprind trei subclase: Prosobranchiata, Opistobranhiata, Pulmonata (Firă şi Năstăsescu, 1977). Prosobranhiatele (*Patella*, *Fissurella*, *Vermetus*, *Viviparus*) au branhiile situate înaintea inimii şi cu vârful îndreptat înainte; sistemul nervos streptoneur; cochilia dezvoltată şi cu opercul; sexele sunt separate. Opistobranhiatele (*Aplysia*) au branhia situată înapoia inimii, cu vârful îndreptat înapoi; diferite grade de reducere a cochiliei şi a cavității paleale; hermaphrodite şi marine. Pulmonatele (fig. 52) (*Limnaea*, *Planorbis* – Ordinul Basommatophora; *Helix*, *Zebrina*, *Limax*, *Arion* – Ordinul

Stylommatophora, secundar revenite la apa dulce) sunt adaptate la viața terestră; au cavitate pulmonară; plămânul anterior față de inimă; system nervos cefalizat; hermafrodite.

După alte clasificări (Ponder şi Lindberg, 1997), gasteropodele ar cuprinde două mari subclase: Eogastropoda (vechile Prosobranhiate) şi Orthogastropoda (unde Opistobranchiata şi Pulmonata au statut de ordin).

Mult mai recent, Bouchet şi Rocroi (2005) au contribuit la schimbarea sistematicii gasteropodelor (de pildă opistobranhiatele şi pulmonatele sunt cuprinse în Clada Heterobranchia), clasificarea acestora fiind se pare mai aproape de istoria evolutivă a filumului.

Se cunosc patru ordine de *bivalve* (Firă şi Năstăsescu, 1977): Filibranchiata (Taxodonta, Protobranhiata), cu branhii de tipul ctenidiilor şi țâțână taxodontă – *Nucula, Yoldia*, sau cu lamele lungi – *Arca*, *Pectunculus*; Anisomyaria, la care adductorul anterior este redus sau absent, țâțâna taxodontă sau redusă, iar branhiile au filamente lungi, simple sau răsfrânte (filibranhii) – *Mytilus, Pinctada, Pinna*, *Ostrea*; Eulamellibranhiata, cu branhii constituite din lamele, mantaua are adesea sifoane dezvoltate, în general sunt izomiare şi posedă țâțână de diferite tipuri – *Unio, Margaritana, Anodonta, Dreissena, Cardium, Venus*, *Mya*, *Pholas, Teredo*; Septibranchiata, cuprinde specii abisale, carnivore, cu branhii transformate în diafragmă – *Poromya, Cuspidaria*.

Clasificări recente împart bivalvele în cinci subclase: Anomalodesmata, Heterodonta (fig. 53), Palaeoheterodonta, Protobranchia şi Pteriomorpha (Bruyne, 2004).

După Kaestner (1969), *cefalopodele* cuprind două subclase: Tetrabranhiata şi Dibranhiata. Tetrabranhiatele au cochilie externă; numărul auriculelor (patru) este egal cu cel al branhiilor şi al rinichilor; au brațe numeroase, lipicioase, fără ventuze; le lipsesc cromatoforii şi punga cu cerneală; exemple: *Nautilus*, cu şase specii actuale. Dibranhiatele au cochilie redusă, acoperită de manta; au două branhii şi tot atâtea auricule, respectiv rinichi; au cromatofori şi punga cu cerneală.



Fig. 52. Pulmonate helicide (foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 - lângă pârâul din Predeluț, județul Braşov)



Fig. 53. “Unghiuța de mare”, bivalv heterodont (foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 - plaja Corbu, județul Constanța)

În funcție de numărul de brațe, dibranhiatele se împart în două ordine: Decapoda şi Octopoda. Decapodele au zece brațe (dintre care două tentaculare), cu ventuze pedunculate; exemple: *Sepia officinalis* (sepia), *Loligo vulgaris* (calmarul). Octopodele au opt brațe bucale cu ventuze sesile, iar cochilia lor este regresată; exemple: *Octopus vulgaris* (caracatița), *Argonauta argo*, *Eledone*.

FILUM SIPUNCULA

Sipunculidele reprezintă un grup mic, relict. Lungimea poate varia între 2-30 cm, chiar 51 cm (*Siphonomecus multicinctus*). Sunt forme endogene,

marine, trăind din zona fluxului până la 460 m adâncime, în crăpăturile stâncilor sau ale coralilor, ori în cochilii de gasteropode.

Corpul este constituit din două regiuni: introvertul, corespunzător capului şi părții anterioare a trunchiului, purtând terminal gura, înconjurată de tentacule sau de o membrană lobată (*Sipunculus*) şi trunchiul propriu-zis, cilindric, cu tegumentul neted. Epiderma coține glande uni- sau pluricelulare, afundate în stratul conjunctiv subiacent, iar la exterior o cuticulă groasă, stratificată. Musculatura conține fibre circulare, oblice şi longitudinale. Din ea se diferențiază retractorii introvertului şi suspensorii intestinului.

Creierul se leagă prin două conective perifaringiene de cordonul ventral impar, care trimite nervi la musculatură. Celule neurosecretoare au fost puse în evidență la *Golfingia*, *Phascolion*, *Sipunculus*. Organele de simŞ sunt reprezentate de papile senzitive şi glandulare, terminații tactile în tegument, o pereche de pete ocelare intracerebrale şi organe fotoreceptoare pe tentacule (*Sipunculus*). Unele au organ nucal, cu rol olfactiv. Digestia şi absorbția au loc în colonul descendent, bogat în glande digestive. *Sipunculus* înghite nisip sau mâl, hrănindu-se cu diatomee, foraminifere, radiolari. Speciile din zona stâncoasă îşi întind tentaculele pe substrat, captând microorganisme, pe care le duc la gură. *Golfingia procerum* îşi introduce introvertul în corpul polichetului *Aphrodite aculeata*, hrănindu-se ca ectoparazit.

Sistemul celomic este alcătuit din celomul trunchiului, unitar, şi celomul tentaculelor; cele două sisteme nu comunică. Celomul tentaculelor este o cavitate inelară anterioară, de la care pleacă câte un cecum în fiecare tentacul,

iar în direcție posterioară un rezervor, par sau impar, constituind veziculele lui Poli. Respirația este tegumentară. Există o pereche de metanefridii (*Sipunculus*, *Golfingia*) sau o metanefridie (*Phascolion*), saciforme, cu o pâlnie ciliată, deschisă în celom; nefridiile servesc în excreție, dar şi la eliminarea gameților. Ca rinichi de acumulare funcționează țesutul cloragogen din dreptul intestinului şi a veziculelor lui Poli.

Sexele sunt separate. Gonadele au aspect de benzi transversale în epiteliul celomic, la nivelul retractorilor introvertului. Elementele genitale sunt eliberate în cavitatea corpului, lichidul celomic servindu-le în nutriție. Fecundația este externă, segmentarea spirală, iar larva o trocoforă.

FILUM ECHIURA

Echiuridele sunt un grup mic, marin, cu circa 150 specii cunoscute, cea mai mare (*Ikeda taenioides*) măsurând 185 cm lungime, din care protostomiul are 145 cm. Aceste animale sapă galerii şi se târăsc prin unde peristaltice, determinate de contracția tecii musculo-cutane. Pentru sprijin se folosesc de cheți. Înoată prin răsuciri şi relaxări ale corpului, cu frecvența de 30-40/minut. Trompa este capabilă de regenerare şi, la *Bonellia*, secretă otravă.

Corpul are simetrie bilaterală şi prezintă două regiuni: protostomiul, cu aspect de trompă, lung şi bifurcat la capăt (*Bonellia*) sau ca un lob scurt, cu marginile îndoite ventral (*Echiurus*) şi trunchiul, cilindric, cu cercuri regulate de papile, care anterior poartă o pereche de cheți ventrali în formă de cârlige, iar

posterior una sau două coroane perianale de cheți. Culoarea corpului este cenuşie sau brună, uneori roşie, iar la *Bonellia* – verde. Epiderma este bogată în glande, situate în special la nivelul protostomiului. Două invaginări anterioare ventrale reprezintă sacii setigeri, în care se formează o pereche de cârlige. Musculatura este constituită din fibre circulare, longitudinale şi diagonale. De la inelul periesofagian larg pleacă posterior trunchiul medular ventral impar. Organele de simț sunt reprezentate prin papile senzoriale.

Gura este situată la baza protostomiului; aceasta conduce într-o cavitate bucală urmată de faringe, esofag, intestinul mediu lung şi încolăcit şi rectul scurt; anusul se deschide de la extremitatea posterioară. Intestinul mediu prezintă un şanț ciliat ventral şi un sifon; la multe specii atinge de până la 10 ori lungimea corpului şi umple cu ansele lui cavitatea celomică. Regimul de hrană este microfag: diatomee, fire de nisip, fragmente de alge, de zostera, ciliate, bacterii, rotiferi şi resturi organice în descompunere.

Celomul trunchiului este spațios, unitar, plin cu un lichid în care înoată celule, unele cu hemoglobină. Anterior se află o diafragmă, pe care se inseră muşchii perechii de cârlige; aceasta separă cavitatea anterioară a trunchiului de aceea a proboscisului, ambele cu lacune blastoceliene, de aceea nu are valoare de disepiment. Prin orificiile ei, în aceste cavități pătrunde lichidul celomic.

Respirația este tegumentară, iar la *Urechis* intestinală. Sistemul circulator (care la *Urechis* lipseşte) este închis şi alcătuit dintr-un vas ventral, bifurcat anterior, dând vasul circular din trompă, şi un vas dorsal scurt, contractil. Ultimul pleacă de la nivelul sinusului periintestinal şi ajunge anterior

în vasul circular. Sângele conține amibocite şi hematii. Sistemul excretor conține una – patru perechi de metanefridii, numărul variind în funcție de specie (la *Bonellia* o pereche, la *Echiurus* două perechi) şi de sex (*Thalassema*). Metanefridiile servesc şi pentru eliminarea produselor genitale. O pereche de saci anali, cu 200-300 pâlnii ciliate, situați posterior, lateral față de intestin şi în comunicare cu rectul, servesc ca organe excretoare, dar niciodată pentru eliminarea gameților.

Sexele sunt separate, uneori cu un dimorfism sexual accentuat (la *Bonellia*, femela are un trunchi globulos, de 7-8 cm şi o trompă bifidă de peste 1m, iar masculii sunt pigmei, măsoară 1-3 mm). Fecundația este externă (internă la *Bonellia*), iar segmentarea spirală ca la polichete, dar cu mici deosebiri. Larva este o trocoforă, iar creşterea trunchiului intercalară.

Echiuridele se apropie de anelide prin corpul constituit din două regiuni cu cavitate blastoceliană: protostomiul (inclusiv regiunea bucală) şi zona anală; trunchiul, cu cavitate celomică. Mai au în comun cu anelidele existența şi modul de formare a cheților, structura metanefridiei şi rolul ei în eliminarea produselor genitale. Celomul este însă nesegmentat, iar creşterea intercalară, nu teloblastică. Prin urmare, echiuridele nu pot fi introduse printre articulate.

DIVIZIUNEA ARTICULATA

Denumirea de *Articulata* a fost dată de Cuvier, referindu-se la bilateraliile cu metamerie veritabilă: segmentarea externă a corpului coresunde

cu cea internă. În această grupare sunt cuprinşi aşadar protostomieni cu corpul format din segmente (metamere) ce conțin, cel puțin la embrion, fiecare câte o pereche de ganglioni nervoşi, o pereche de saci celomici formați prin activitatea teloblastelor (celom schizocelic), o pereche de oragane excretoare şi o pereche de apendice. Apendicele primitiv locomotoare, biramate şi nearticulate (la polichete), ulterior devin articulate şi specializate pentru diferite funcții (la artropode). Regiunea anterioară (prostomiu sau lobul cefalic) şi cea posterioară (telsonul) sunt lipsite de celom.

Numărul mare de specii, care reprezintă peste trei pătrimi din totalul speciilor regnului animal, densitatea indivizilor şi raza mare de acțiune a artropodelor fac din articulate cel mai important grup al triploblasticelor. Prin anelide, articulatele se înrudesc cu spiraliile (segmentare spirală) şi cu trocozoarele (larvă trocoforă).

Articulatele cuprind filumurile: Annelida, Onychophora, Tardigrada, Linguatulida şi Arthropoda.

FILUM ANNELIDA

Această încrengătură cuprinde spiralii polimere, de dimensiuni variabile, cea mai mare specie ajungând până la 3 m (*Eunice gigantea*). Se cunosc aproximativ 8700 specii, răspândite în toate mediile. Corpul are simetrie bilaterală (*Bilateralia*) şi este alcătuit din trei regiuni omologabile cu ale larvei:

protostomiul cu episfera, pigidiul cu regiunea postteloblastică, ambele fără valoare de metamer, şi soma metamerizată cu hiposfera preteloblastică.

Metameria, primitiv homonomă, tinde să devină heteronomă, fenomen care începe să se manifeste chiar la polichetele erante şi se accentuează la sedentare şi hirudinee. La interior, segmentele sunt delimitate de pereți mezodermici: foița parietală (somatopleura) dă naştere la musculatura longitudinală, iar foița viscerală (splanchnopleura) la musculatura intestinului şi uneori la țesut cloragogen; deasupra şi dedesubtul intestinului se formează mezenterele, iar perții anterior şi posterior ai segmentelor succesive se alătură formând disepimentele, străbătute de tubul digestiv, vasele sanguine longitudinale şi de sistemul nervos. În disepimente se găsesc arcurile sanguine, canalul excretor al nefridiilor, iar în segmentele fertile gonadele. La hirudinee (cu excepția acanthobdelidelor), disepimentele dispar, segmentarea internă fiind indicată numai prin metameria sistemelor excretor, genital, nervos şi a cecumurilor intestinale. Fenomenul se constată şi la unele polichete. Lichidul celomic este lipsit de albumine şi dă turgescența corpului, având ca antagonist teaca musculo-cutană.

Parapodele, primitiv o pereche pentru fiecare segment, biramate şi nearticulate (polichete), dispar la celelalte clase, la oligochete păstrându-se numai cheții.

Epiderma, celulară şi glandulară, posedă o cuticulă formată din proteine şi polizaharide, absentă uneori şi înlocuită prin ciliatură. Musculatura parietală

conține fibre circulare, longitudinale şi diagonale. Epiderma şi musculatura alcătuiesc împreună teaca musculo-cutană.

Sistemul nervos prezintă puține diferențe în cadrul filumului; este alcătuit dintr-un creier suprafaringian, primitiv situat în protostomiu (la polichete), ulterior migrat în metamerele anterioare ale trunchiului (la oligochete şi hirudinee), şi un lanț scalariform ventral, cu perechi metamerice de ganglioni legați prin conective (ganglioni succesivi) şi comisuri (ganglioni simetrici). Organele de simț sunt reprezentate de celule senzoriale şi terminații nervoase în tegument, mai ales pe tentacule, antene, cirri tentaculari, ochi sau celule fotosensibile, cu poziție diferită pe corp, organe nucale, statocişti.

Sistemul digestiv, rectiliniu, prezintă adaptări pentru regimul de hrană: polichetele erante au o trompă faringiană, hirudineele au cecumuri digestive metamerice, iar la oligochete se găsesc un tiflosolis, precum şi diferențieri ale intestinului anterior. Digestia este extracelulară.

Sistemul circulator cuprinde un vas median dorsal, supraintestinal, propulsor şi cuprins în mezenterul dorsal, un vas median ventral, subintestinal, în mezenterul ventral; ambele sunt legate prin arcuri segmentare, dispuse în disepimente. Mai există şi un sinus sinus sanguin periintestinal. Pereții vaselor sunt formați din mezodermul sacilor celomici, lumenul lor din spațiile blastoceliene din mezentere, din disepimente şi din spațiile dintre diferitele organe, iar plasma din lichidul blastocelian. Circulația sanguină este închisă, postero-anterioară în vasul dorsal, antero-posterioară în cel ventral. Sistemul

circulator regresează la unele polichete şi hirudinee evoluate, circulația fiind preluată de celom.

Sistemul excretor este reprezentat prin metanefridii, la origine câte o pereche pentru fiecare segment şi constituite dintr-o pâlnie ciliată (nefrostom) deschisă în celom, un canal excretor mai mult sau mai puțin încolăcit în disepiment şi un por excretor ventral, aflat în segmentul următor, precedat de o veziculă excretoare. La polichete se realizează conexiuni uro-genitale, permanente sau temporare. La hirudinee, legat de reducerea celomului la lacune, metanefridiile se modifică secundar, iar la oligochetele exotice apar multiplicări (meronefridii), cu diferite funcții. Excreția are loc la nivelul canalului excretor, puternic vascularizat.

Prin segmentarea spirală şi prin larva trocoforă, anelidele se înrudesc cu celelalte spiralii (platelminți, nemerțieni, moluşte).

Anelidele cuprind patru clase: Polychaeta, Myzostomida, Oligochaeta şi Hirudinea.

Polichetele includ trei ordine, mai multe subordine şi familii.

Ordinul Erantia, cu metamerie homonomă, cuprinde forme mobile: *Aphrodita, Syllis, Nereis, Eunice, Lycastis, Alciope, Glycera, Tomopteris*. Ordinul Sedentaria are reprezentanți sesili ce trăiesc în tuburi sau galerii; segmentarea este heteronomă: *Arenicola, Terebella, Spirographis, Serpula*. Ordniul Archiannelida cuprinde 16 genuri, altădată separate ca o clasă independentă după oranizația simplificată, interpretată ca primitivă; metameria

este homonomă, parapodele reduse sau absente, cheții absenți sau simplu conformați, sistem nervos subepitelial, primitiv, locomoția în general ciliară; microfage. Exemple: *Polygordius, Nerilla, Dinophilus*.

Se cunosc trei ordine de oligochete: Plesiopora, Prosopora şi Opisthopora. Plesiporele au o pereche de testicule şi una de ovare; porii masculi se află pe segmentul imediat următor testiculelor; numărul cheților într-un fascicul variază; cuprinde specii de apă dulce, amfibii, terestre, puține marine; exemple: *Aeolosoma, Chaetogaster, Stylaria, Tubifex, Enchytraeus*. Prosoporele au 1-4 perechi testicule şi 1-3 perechi ovare; porii masculi se află pe acelaşi segment cu testiculele respective sau în segmentul ultimei perechi; exemple: *Lumbriculus, Branchiobdella*. Opistoporele au porii masculi cu mult înapoia segmentelor care conțin testicule; exemple: *Lumbricus, Glossoscolex, Megascolides, Pheretima*.

Se cunosc patru ordine de hirudinee: Acanthobdellida, Rhinchobdellida, Gnathobdellida şi Pharyngobdellida. Primul ordin cupride hirudinee primitive, care au cheți pe primele cinci segmente; corp alcătuit din 30 segmente; au numai ventuză posterioară; disepimente; sistem circulator închis; perechea de testicule aminteşte de sacii seminali ai oligochetelor; exemplu: *Acanthobdella*. Rincobdelidele sunt achete; au două ventuze; corp turtit dorso-vetral; sistem circulator închis; forme de apă dulce şi marine; exemple: *Glossiphonia, Theromyzon, Piscicolla*. Gnatobdelidele sunt achete; faringe cu trei maxile cornoase, absente la unele hemadipside; exemple: *Hirudo medicinalis*

(lipitoarea medicinală); *Haemadipsa*. Ultimul ordin: forme achete, cu faringe lung, fară maxile; în ape dulci şi în pământul umed; exemplu: *Erpodella*.

FILUM ONYCHOPHORA

Cuprinde un grup vechi, relict, restrâns (până în 2004 erau descrise circa 155 specii moderne, reunite în 47 genuri), premergător artropodelor. Speciile fosile marine (*Aysheaia pedunculata*), larg răspândite, cele actuale terestre, distribuite sporadic şi discontinuu în regiunile tropicale şi subtropicale, ca şi în regiunile temperate ale emisferei sudice. Trăiesc pe sub scoarța arborilor, hrănindu-se cu insecte, larvele lor, moluşte mici, termite. Unele specii sunt gregare, devorează prada în comun, iar altele sunt solitare.

Corpul cu aspect vermoid neinelat şi segmentare superficială, atinge dimensiuni cuprinse între 0,5 şi 20 cm. La cap prezintă o pereche de antene şi o pereche de papile orale, în vârful cărora se deschid două glande mucigene. Pe laturile corpului se găsesc numeroase (14-43, în funcție de specie şi sex) perechi de apendice scurte, conice, slab articulate, terminate cu câte două gheare chitinoase.

Sistemul nervos are o structură primitivă, fiind alcătuit din creier, cu protocerebron, deutocerebron, tritocerebron, şi două trunchiuri longitudinale ventrale, cu îngroşări ganglionare în dreptul picioarelor. Gura, aflată imediat înapoia papilelor orale, este înconjurată de lobi cuticulari şi conduce într-un atriu bucal, în care se află o pereche de mandibule – două perechi de lame

chitinoase dințate şi tăioase. Glandele salivare sunt nefridiile segmentului tentaculelor orale, modificate, situație care se cunoaşte şi la insecte.

Respirația este traheeană şi tegumentară; organele de respirație sunt reprezentate de cufundări cuticulare ale tegumentului, acestea reprezentând primordiile traheelor, de unde şi denumirea de Protracheata pe care au mai au aceste nevertebrate. Sistemul circulator este de tip artropodian. Cavitatea corpului – un mixocel, ca la artropode. Excreția se efectuează prin metanefridii metamerice. Sexele sunt separate şi există chiar dimorfism sexual: masculii mai mici ca femelele şi cu număr mai mic de picioare. Fecundația se realizează prin înțepătură hipodermică. Majoritatea sunt vivipare. Dezvoltare directă.

Onicoforele cuprind două familii: Peripatidae (*Peripatus*, v. fig. 54 *Plicatoperipatus*) şi Peripatopsidae (*Peripatoides*, *Peripatopsis*, *Tasmanipatus*).



Fig. 54. *Peripatus* (http://www.jennifermarohasy.com/blog/archives/002647.html)

FILUM TARDIGRADA

Este reprezentat de celomate foarte mici, ce nu depăşesc lungimea de 1 mm. Tardigradele reprezintă grupul soră al atropodelor (prin absența cililor

vibratili, metameria tegumentului, sistemul nervos, prezența tuburilor lui Malpighi) şi onichoforelor (prin structura picioarelor, capul nedelimitat de trunchi, o pereche de glande bucale), ceea ce a demonstrat şi secvențierea acizilor nucleici (Blaxter şi colab., 2003). S-au descris peste 1000 de specii. Cea mai mare specie – *Macrobiotus hufelandi* – ajunge la 2 mm.

Tardigradele trăiesc în pământ umed sau în covoraşe de muşchi şi licheni (densitatea este considerabilă: un gram de muşchi uscat poate conține şi 22000 indivizi). Pot ajunge până la 5000 m adâncime sau până la 6000 m altitudine. Sunt animale rezistente la uscăciune. În stare de anhidrobioză, suportă temperaturi apropiate de zero absolut, căldură uscată excesivă, atmosfera de heliu, azot, hidrogen sulfurat, dioxid de carbon. Tardigradele acvatice şi terestre sunt erbivore, hrănindu-se cu sucurile plantelor. Unele specii consumă rotiferi sau nematode.

Corpul convex dorsal, plan ventral, cu simetrie bilaterală şi o inelație vagă, prezintă cap şi trunchi cu patru perechi de picioare scurte, fără articole delimitate şi terminate cu gheare, a căror număr şi formă variază după specie. Tegumentul este acoperit cu o cuticulă formată dintr-o substanță albuminoidă înrudită cu chitina, permeabilă la apă, dar rezistentă la fixatori. La formele primitive marine este subțire şi netedă. Apendicele capului sunt reprezentate prin: papile şi peri senzoriali; expansiuni cuticulare ca spini sau filamente; cirri. Cele patru perechi de apendice, expansiuni goale ale corpului, se termină cu gheare curbe puternice. Sistemul digestiv este alcătuit din intestin anterior, mediu şi posterior. Intestinul anterior cuprinde tubul bucal, bulbul şi esofagul.

Gura anterioară sau uşor ventrală este înconjurată de inele cuticulare sau de lamele încât se poate fixa de obiecte ca o ventuză. Gura dă într-o cavitate bucală, în fundul căreia se află de fiecare parte câte o mică adâncitură, teaca stiletelor, prin care pătrunde în cavitatea bucală vârful stiletelor perforante. Stiletul este retractil, chitinoid, ascuțit, fiind pus în mişcare de muşchi. Tubul bucal este flancat de o pereche de glande bucale sau salivare, care se varsă în cavitatea bucală la nivelul orificiului prin care trece vârful stiletelor. Bulbul faringian, oval, cu pereți musculoşi, funcționează ca o pompă aspiratoare. Bulbul dă într-un esofag scurt căptuşit cu chitină, urmat apoi de intestinul mediu. Intestinul posterior, rectul, este ectodermic şi căptuşit cu chitină.

Sistemul nervos este de tip artropodian, fiind format dintr-un creier voluminos cu 4-5 lobi la partea inferioară şi un lanț ganglionar ventral alcătuit din cinci perechi de ganglioni contopiți pe linia mediană, din care prima pereche este considerată drept ganglioni subesofagieni. Nu există sistem circulator şi respirator. Respirația este tegumentară. Excreția se face prin tegument, glandele salivare, epiteliul intestinului mijlociu ca şi prin glandele rectale ale lui Malpighi. Cavitatea corpului este un mixocel, caracter comun onichoforelor şi atropodelor.

Sexele sunt separate. Masculii sunt mai mici decât femelele. Dezvoltarea este directă.

Se cunosc trei ordine: Heterotardigrada (*Echiniscus*, *Echiniscoides*), au cap cu apendice senzoriale, tuburile lui Malpighi lipsesc; Eutardigrada (*Macrobiotus*, *Milnezium*), nu au apendice senzoriale cefalice, tuburile lui

Malpighi prezente; Mesotardigrada (*Thermozodium*), au ciri la cap, tuburile lui Malpighi prezente.

FILUM PENTASTOMIDA

Cuprinde un grup format din circa 100 de specii, cu aspect viermoid, de platelmint, ca urmare a adaptării la viața endoparazită (adulții trăiesc în căile respiratorii ale vertebratelor terestre, iar larvele şi nimfele trec şi se închistează în organele interne ale diferitelor mamifere si reptlie). Cele mai mari specii cunoscute sunt *Armilllifer armillatus* (14 cm femela, 4 cm masculul) şi *Linguatula serrata* (*Pentastoma taenioides*) (13 cm femela). Ciclul evolutiv presupune schimbări de gazde. *Linguatula serrata* este parazită în faringele retronazal la câine şi lup; gazda intermediară este iepurele care se infestează cu ouăle embrionate depuse odată cu mucozitățile gazdei definitive.

Corpul este inelat dar nesegmentat, prevăzut cu organe de fixare. Se diferențiază două regiuni: cap şi trunchi. Capul, numit şi prosomă sau cefalotorace, are la extremitatea sa, subterminal, orificiul bucal şi în aceeaşi regiune două perechi de apendice locomotoare digitiforme, nearticulate, cu gheară mobilă. Aceste apendice pot fi retrase în nişte înfundături cu aspectul unor găuri, de unde şi denumirea de Pentastomida (luând în considerare cele patru înfundături ale picioarelor, plus gura). Trunchiul lat şi îngustat treptat spre partea posterioară are aspectul unei limbi, din care cauză s-a mai dat grupului şi

denumirea de Linguatulida. Tegumentul are o cuticulă transparentă şi elastică, de grosime aproape constantă.

Sistemul nervos este condensat într-o mică masă nervoasă subesofagiană, iar deasupra esofagului trece o comisură care se leagă de ea. De la această masă pornesc cel puțin nouă perechi de nervi laterali şi doi nervi longitudinali care formează lanțul ventral. Organele de simț, simple, datorită vieții parazitare, sunt reprezentate prin papile puțin proeminente care conțin buchete de celule bogat inervate. Gura, faringele şi esofagul funcționează ca o pompă aspiratoare. Sistemele respirator, circulator şi excretor au regresat şi au dispărut din cauza parazitismului. Cavitatea corpului este spațioasă, plină cu un lichid în care se găsesc amibocitele.

Sexe separate, masculii mai mici decât femelele. Dezvoltare cu metamorfoză.

Clasificări recente plasează aceste nevertebrate în filumul Arthropoda, subfilumul Crustacea, clasa Maxillopoda, respectiv subclasa Pentastomida. Se cunosc două ordine: Cephalobaenida (*Cephalobaena*, *Railletiella*), cu două perechi de apendice cu gheară dublă, situate înapoia gurii, sistem nervos scalariform, orificiile genitale anteriore; Porocephalida (*Linguatula serrata*), cu două perechi de gheare, aşezate lateral față de gură, sistem nervos condensat într-o masă ventrală, orificiul femel posterior.

FILUM ARTHROPODA

Artropodele reprezintă cea mai mare unitate sistematică a regnului animal (circa 80% din totalul viețuitoarelor cunoscute), numărând peste un milion de specii, ce prezintă numeroase variații morfologice şi fiziologice, ca urmare a adaptării lor la diferiți biotopi: uscatul, apele marine şi dulci, ghețurile, mediul subteran şi viața parazitară. Imensa diveristate şi superioritatea organizației fac din artropode cel mai important grup al protostomienilor.

Sunt articulate cu segmentare heteronomă; excepție fac puține grupe, la care dispariția segmentelor este secundară, ca rezultat al adaptării lor la viața sedentară sau parazită. Segmentele corpului se grupează în trei regiuni: cap, torace şi abdomen; toracele poate rămâne separat sau se contopeşte cu capul, formând cefalotoracele (la arahnide, unele crustacee). În general fiecare segment poartă câte o pereche de apendice. Fiecare metamer este format dintr-o placă dorsală (tergit) şi o placă ventrală (sternit) legate între ele prin membrane intersegmentare. Artropodele au un exoschelet chitinos (cuticula) secretat de epidermă; chitina este încrustată cu carbonat de caliciu sau cu fosfat de calciu, care conferă o duritate mai mare carapacei. Nu au cili pe corp şi nici în organele interne; dezvoltarea postembrionară este întreruptă de năpârliri.

Cavitatea corpului este un hemocel sau mixocel (celom şi blastocel, contopite prin resorbția pereților mezodermici). Ca urmare a apariției cuticulei, musculatura netedă a peretelui corpului dispare, ea fiind înlocuită de

musculatura striată segmentară, eficientă în mişcările active ale acestor animale. Respirația este acvatică (schimburile gazoase se efectuează prin porțiunile permeabile ale tegumentului sau prin branhii provenite din expansiuni situate pe abdomen sau pe apendice) sau aeriană (trahei – tuburi capilare de origine ectodermică – pătrund şi se ramifică în corp, iar stigmele, orificiile acestora, sunt situate pe părțile laterale ale corpului).

Sistemul nervos este de tip anelidian; se observă o cefalizare, care include şi ganglionii nervoşi din primele trei segmente. Organele de simț sunt dezvoltate, ca rezultat al adaptării lor la toate mediile; majoritatea au ochi compuşi. Organele excretoare sunt canale celomice, ca şi gonoductele glandelor genitale. La araneide şi în special la traheate, aparatul excretor este reprezentat prin tuburile lui Malpighi, legate de intestin. Cu puține excepții, sexele sunt separate. Fecundația este internă, iar la formele acvatice poate fi şi externă. Dezvoltarea postembrionară poate fi directă, sau cu metamorfoză.

Kaestner (1969) grupa artropodele în următoarele subfilumuri: Trilobitomorpha, Chelicerata, Branhiata (Diantenata) şi Tracheata (Uniantenata), pimele două încadrându-se în subdiviziunea Amandiulata, ultimele două în subdiviziunea Mandibulata. Clasificări recente recunosc existența a cinci subfilumuri: Trilobitomorpha, Chelicerata, Myriapoda, Hexapoda şi Crustacea.

SUBFILUM TRILOBITOMORPHA

Cuprinde artropode marine, fosile, care au populat mările palezoice şi s-au stins odată cu sfârşitul acestei perioade. Au fost, la vremea lor, cele mai raspândite vietăți de pe Terra, cu aproximativ 17 000 de specii identificate până în prezent. Majoritatea erau forme bentonice, târându-se pe fundul nisipos sau mâlos; puține planctonice şi pelagice, cu adaptări specifice.

Corpul trilobiților, cu dimensiuni medii cuprinse între 3 şi 10 cm, era format din trei regiuni: cefalonul, prelungir posterior cu câte o pleură colțuroasă, toracele sau trunchiul, cu număr variabil de segmente, şi pigidiul sau abdomenul, terminat cu un telson, încadrat de doi cerci furcali. Toate segmentele corpului purtau apendice.

Numele clasei era dat de aranjarea exoscheletului, acesta fiind format din trei lobi. Acest exoschelet este cel care s-a pastrat în majoritatea cazurilor, el fiind constituit din carbonat de calciu şi acoperind tot spatele animalului.

Cu toate că ultimii trilobiți au dispărut acum cca. 245 M.a., ei reprezintă una dintre cele mai cunoscute şi studiate grupe de animale fosile.

SUBFILUM CHELICERATA

Cuprinde artropode caracterizate prin prezența unei perechi de apendice preorale (la origine postorale) numite chelicere, având formă de cleşti prehensili. Nu au antene.

Cheliceratele sunt animale marine şi terestre, dintre acestea din urmă unele, secundar, au devenit acvatice. Sunt carnivore, fitofage sau parazite. Prin arachnide, artropodele sunt răspândite pe toată suprafața pământului.

Corpul cheliceratelor este format din două regiuni sau tagme, respectiv prosoma (toracele) şi opistosoma (abdomenul). Prosoma include acronul şi cele şase perechi de apendice ale segmentelor contopite. A doua pereche de apendice, pedipalpii sau palpii maxilari, are funcție prehensilă, senzorială sau masticatoare. Următoarele perechi de apendice au rol locomotor. Prosoma este acoperită de o carapace care maschează segmentarea primitivă. Opistosoma cuprinde un număr variabil de segmente, maxim 13, terminându-se printr-o prelungire postanală reprezentată de: telsonul xifozurilor, spinul scorpionilor sau flagelul palpigradelor.

Cheliceratele cuprind trei clase: Merostomata, Arachnida şi Pycnogonida (Pantopoda), ce reunesc peste 77 000 specii.

Numeroase forme fosile (Eurypterida, Gigantostraca) datează din Paleozoic, astăzi însă această clasă numără doar patru specii vii, grupate în Xiphosura (după unii autori, Eurypterida şi Xiphosura au rang de subclasă, după alții sunt ordine).

Arahnidele sunt cuprinse în mai multe ordine (9, 10, cel mai recent 14): Trigonotarbida, Phalangiotarbida, Haptopoda – exctincte, Amblypygi, Araneae (40 000 specii), Opiliones (Phalangida) (6300 specii), Palpigradi, Pseudoscorpionida (3000 specii), Ricinulei, Schizomida, Scorpiones (2000 specii) Solifugae (900 specii), Thelyphonida, Acarina (30 000 specii).

Scorpionii (la noi *Euscorpius carpathicus* în Banat, Oltenia, Buzău), reprezintă un grup primitiv, caracterizat prin corpul lor format din trei regiuni: prosoma, mesosoma şi metasoma, aceasta din urmă fiind îngustă, ca o coadă, alcătuită din 6 segmente (ultimul în legătură cu glanda cu venin). Chelicerele sunt triarticulate şi terminate cu câte un cleşte, iar maxilipedele sunt foarte dezvoltate şi prevăzute cu cleşti puternici. Sunt animale prădătoare, vânează în timpul nopții. Ocupă zone tropicale şi subtropicale.

Pseudoscorpionii (*Chelifer cancroides*) au talia mică (2-8 mm), corp turtit dorso-ventral, prosoma nesegmentată prezentând dorsal două pete ocelare, iar opistosoma segmentată, elipsoidală şi uşor aplatizată. Chelicerele sunt retractile, biarticulate, au cleşti şi sunt în legătură cu glande sericigene; pedipalpii sunt masivi, transformați în cleşti asemănători cu cei de la scorpioni, în care se găsesc glandele cu venin. Veninul lor este inofensiv pentru oameni; toți scorpionii falşi sunt carnivori, hrănindu-se cu larvele moliilor ori unor mici gândaci, furnici sau alte insecte de dimensiuni reduse. Sunt lipsiți de coada şi de acul scorpionilor. Trăiesc în frunzarul pădurilor, uneori şi în locuințe (mobilier vechi, cărți). Cei mai mulț i sunt termofili.

Solifugele (*Galeodes*) sunt chelicerate mari (10 cm), cu corp păros, pedipalpi foarte lungi adaptați la mers şi pipăit; vânează insecte mari şi şopârle; trăiesc în regiuni de stepă caldă, argiloasă sau nisipoasă.

Falangidele (*Liobunum*) sunt păianjeni caracterizați prin: opistosoma ovală, unită pe o largă suprafață cu prosoma, pedipalpi lungi şi simpli, de forma unor picioare, chelicere triarticulate; trăiesc în zone ferite de lumina soarelui.

Araneele (*Epeira diadema*) cuprind păianjeni cu prosoma şi opistosoma nesegmentate, unite între ele printr-un mic peducul; chelicerele biarticulate se termină cu un croşet aflat în legătură cu glande veninoase. Pe prosomă se găsesc opt ochi simpli, a căror formă, mărime şi dispoziție servesc în clasificare.

Acarienii, unul dintre cele mai vaste grupuri de chelicerate, au talie mică (0,1-2 mm), doar unele grupuri precum ixodidele au dimensiuni de ordinul centimetrilor. Prosoma şi opistosoma au fuzionat într-o singură unitate, corpul având aspect saciform. Chelicerele şi pedipalpii sunt transformați într-un aparat bucal pentru ros şi supt, sau pentru înțepat şi supt, formând un rostru proeminent. Respirația este traheeană sau tegumentară. Cei mai mulți duc o viață parazită, fie numai în stadiul larvar, fie toată viața. Unele parazitează plantele (de exemplu *Eriophyes* are câteva sute de specii galicole care atacă părul, vița de vie, arțarul), altele animalele (de exemplu, *Sarcoptes scabiei*, *Sarcoptes equi*), altele trăiesc în dejecții sau în humus. Numeroşi acarieni, precum căpuşele, sunt transmițători ai unor maladii grave, ca febra recurentă, encefalita la om, piroplasmozele la animale etc. Acarienii se clasifică în mai multe subordine, în funcție de poziția stigmelor, prezența sau absența inimii, a orificiului anal, sau după forma corpului şi numărul picioarelor.

Pantopodele grupeaza circa 1300 de specii, exclusiv marine, eurihaline, ce rar trăiesc în ape cu salinitate mai scăzută de 35%; se întâlnesc la toate adâncimile, începând din zona litorală unde sunt în număr mare până în abisuri (pâna la 7000 m adâncime). Popular se numesc păianjeni-de-mare. Multe specii

de picnogonide prezintă un parazitism protelian, larvele fiind fie ectoparazite fie endoparazite pe coloniile de hidrari, pe manubriul hidromeduzelor (*Obelia*); adulții se hrănesc cu celenterate, spongieri şi briozoare. Picnogonidele sunt răspândite în toate mările, fiind mai abundente în mările arctice.

SUBFILUM CRUSTACEA

Crustaceele, în trecut o clasă din subfilumul Branhiata (Biantenata), au actual rangul de subfilum şi includ artropode cu: respirație branhială şi două perechi de antene, corp apărat de o cuticulă chitinizată, uneori impregnată cu săruri de calciu şi magneziu, constituind crusta (de unde şi denumirea grupului). Majoritatea acvatice, joacă un rol cheie în circuitul trofic, în calitatea acestora de consumatori primari. Leagănul lor este mare, de unde au trecut apoi în apa dulce şi mediul terestru.

Se cunosc peste 52 000 specii, grupate în crustacei inferiori (entomostracei) şi superiori (malacostracei).

Forma corpului variază: primitiv alungită; prin scurtarea şi reducerea numărului de segmente apar forme îndesate (crabi), ovale sau chiar rotunde, acoperite de o carapace bivalvă. La paraziți, modificările sunt atât de pronunțate, încât uneori nu se mai recunoaşte nicio urmă de segmentare.

Prezintă următoarele regiuni ale corpului: capul, trunchiul format dintr-un număr de segmente care alcătuiesc pereionul sau toracele şi abdomenul sau pleonul; la entomostracei abdomenul se termină cu o furcă, iar la malacostracei cu un telson. La majoritatea crustaceelor, capul se contopeşte cu unul sau mai

multe segmente toracice, formând un cefalotorace şi în acest caz se disting: cefalotorace, pereion şi pleon. Corpul este acoperit de o cuticulă chitinoasă care frânează creşterea, aceasta făcându-se prin năpârliri. Sistemul nervos scalariform, alcătuit din creier şi lanț ganglionar ventral. Organele de simț sunt variate: ochi simpli (oceli), ochi compuşi, peri olfactivi, tactili etc. Cavitatea corpului este un mixocel, reprezentat prin celom, blastocel şi spațiile circulatoare. Circulația este deschisă, respirația branchială. Excreția se realizează prin metanefridii modificate, numite glande verzi. Sexele sunt separate. Dezvoltare are loc cu metamorfoză.

Crustaceele pot fi grupate în mai multe clase (cu rang de subclase, în alte surse): Branhiopoda (cu ordinele Anostraca, Notostraca, Laevicaudata, Spinicaudata, Cyclestherida, Cladocera); Remipedia (cu ordinul Nectiopoda); Cephalocarida (cu ordinul Bracypoda); Maxillopoda (cu subclasele Thecostraca, Tantulocarida, Branchiura, Pentastomida, Mystacocarida, Copepoda); Ostracoda (cu ordinele Myodocopida, Halocyprida, Podocopida, Platycopida); Malacostraca (cu supraordinele Phyllocarida, Hoplocarida, Syncarida, Peracarida – două exemple în fig. 55 şi 56, Eucarida). Cei mai importanți reprezentanți ai acestor clase sunt analizați în cadrul lucrărilor practice.



Fig. 55. Amfipod gamarid (*Gammarus* sp.), din supraordinul Peracarida (foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 – Predeluț, județul Brașov)



Fig. 56. Isopod (*Porcellio scaber* Latreille, 1804), din supraordinul Peracarida (foto Mala Stavrescu-Bedivan, det. A. Giurginca, iulie 2010 – Predeluț, județul Brașov)

SUBFILUM MYRIAPODA

Reunește aproximativ 13 000 specii de mandibulate exclusiv terestre, cu respirație traheană și o singură pereche de antene (omoloagă cu antenula crustaceilor). Sunt caracterizate atât prin trăsături de primitivitate, în special în ceea ce privește morfologia externă, cât și printr-o organizație internă foarte apropiată de cea de la insecte; de altfel, în clasificările mai vechi, aceste animale sunt unite cu insectele în subfilumul Tracheata (Uniantenata).

Miriapodele sunt artropode ale caror corp este compus din segmente numeroase (până la 181 la *Geophilus*), asemănătoare cu ale viermilor inelați. De fiecare segment al trunchiului se află prinse câte una sau două perechi de

picioare. Se cunosc specii care au chiar 750 de picioare (*Illacme plenipes)*. La unele Pauropode şi Diplopode (*Polyxenus*) numărul segmentelor trunchiului este mai redus (11-12).

Dimensiunile corpului sunt cuprinse între câțiva mm şi 30 cm.

Nu prezintă regiuni bine diferențiate, în general capul fiind singura regiune individualizată; restul trunchiului formează corpul sau abdomenul; ultima parte a corpului este telsonul apod. Apendicele locomotoare sunt uniramate. Alte caracteristici: sistem nervos ganglionar scalariform, respirația traheană, aparat circulator reprezentat printr-o inimă tubulară aşezată dorsal, formată din mai multe camaruțe succesive, vase sanguine deschise şi sistem lacunar, excreție realizată prin tuburi Malpighi. Sexele sunt separate.

După natura hranei, miriapodele se împart în carnivore şi vegetariene. Dintre formele carnivore fac parte urechelnița (*Lithobius forficatus*) şi scolopendra (*Scolopendra morsitans*), care trăiesc sub frunzişul cazut din păduri, pe sub muşchi, pietre, trunchiuri de copaci, etc., unde îşi găsesc hrana alcătuită din insecte, râme, păianjeni, melci etc. Unele scolopendre din regiunile tropicale sunt veninoase, fiind periculoase chiar şi pentru om. Dintre miriapodele cu regim de hrană vegetal face parte diplopodul *Julus terrestris*, care trăieşte prin frunzişul pădurilor, hrănindu-se cu plante în putrefacție, ciuperci, etc. Altele se hrănesc cu rădăcinile plantelor de cultură (graminee, sfeclă, castraveți). Speciile carnivore, fiind obligate să-şi urmărească prada, au picioarele lungi şi puternice, putându-se deplasa cu repeziciune, iar corpul, turtit dorso-ventral, le permite, în caz de pericol, să se strecoare printre

crăpături sau alte adăposturi. Speciile vegetariene, nefiind obligate să urmărească şi să atace prada, au picioarele foarte scurte, ceea ce le face să se deplaseze încet, târându-se, iar atunci când sunt în pericol, corpul lor cilindric se răsuceşte în spirală orizontală (*Julus*) sau se face ghem (*Glomeris*).

Subfilumul Myriapoda este în prezent împărțit în cinci clase: Chilopda, Diplopoda, Pauropoda, Sympyla şi Arthropleuridea (fosilă).

Clasa Chilopoda cuprind două clase: Epimorpha, cu ordinele Geophilomorpha (*Geophilus*), Scolopendromorpha (*Scolopendra*); Anamorpha, cu oridinele Scutigeromorpha (*Scutigera*), Lithobiomorpha (*Lithobius*), Craterostigmomorpha. Diplopodele, cel mai vast grup de miriapode, cuprind 10.000 specii, grupate în trei subclase, şapte supraordine, 13 ordine şi 115 familii. Exemple: *Polyxenus* (Ordinul Polyxenida), *Glomeris* (Ordinul Glomerida), *Julus*, *Cylindroiulus* (fig. 57) (Ordinul Julida).



Fig. 57. *Cylindroiulus luridus* C. L. Koch, 1847), un miriapod diplopod (foto Mala Stavrescu-Bedivan, det. A. Giurginca, iulie 2010 – Predeluț, județul Braşov)

În acest subfilum sunt cuprinse artropodele care au organizația cea mai evoluată. Reprezintă grupa de animale cu cel mai mare număr de specii (peste 70% din totalul speciilor regnului animal).

Insectele prezintă o mare diversitate ecologică; în majoritate sunt terestre, altele sunt acvatice şi multe sunt parazite. Se întâlnesc în vârf de munte sau în peşterile adânci, în desişurile pădurilor sau în campiile deschise, în tundră sau în deşert, în pârăuri, lacuri sau heleştee, în părul mamiferelor, în fulgii păsărilor, în locuințe, în depozitele de alimente, printre cărți etc.

Dimensiunile insectelor variază între 0,2 mm (Mymaridae, Hymenoptera) şi 350 mm (*Micadina phictenoides*, Phasmida). Hexapodele sunt artropode traheate, cu un corp primitiv alcătuit din 21 segmente, inclusiv acronul şi pigidiul, grupat în trei regiuni distincte: cap, torace şi abdomen (fig. 58).

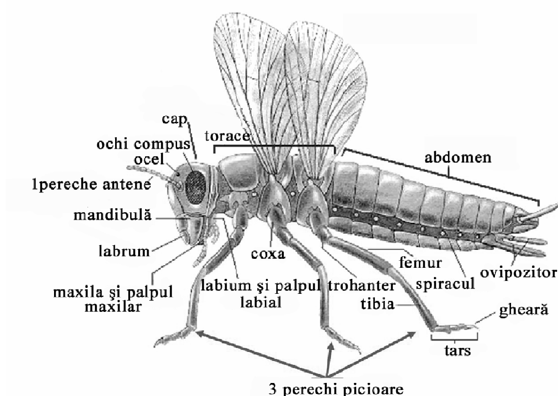


Fig. 58. Alcătuirea corpului unei insecte (adaptare după Hickman şi colab., 1997)

Capul cuprinde 6-7 segmente şi are o pereche de antene; toracele este format din trei segmente (pro, mezo şi metatorace) cu trei perechi de picioare

articulate (de unde şi denumirea de Hexapoda) şi în general are două perechi de aripi fixate pe mezo şi metatorace; abdomenul are 10-11 segmente, ultimele se pot transforma în organe copulatoare la mascul sau în organe pentru depunerea ouălor la femelă (ovipozitor, oviscapt, sau terebră). La majoritatea insectelor adulte abdomenul este lipsit de apendice. Au un orificiu genital median, posterior şi ventral. La gură se află şase piese chitinoase, care alcătuiesc aparatul bucal sau armătura bucală. Aceste piese sunt: buza superioara (labrum), buza inferioara (labium), doua maxile şi două mandibule. În funcție de modul de hrănire ele au suferit diferite adaptări (apucat şi rupt, înțepat şi supt, dizolvat şi supt). Pe părțile laterale ale capului se găsesc doi ochi mari, compuşi din mai multe elemente vizuale numite omatidii, care au la exterior fațete hexagonale. În fiecare omatidie se formează imaginea separată a unei părți din corpul de la care vine excitația vizuală, astfel că imaginea integrală a corpului de văzut este rezultatul imaginilor culese de toate omatidiile. O astfel de vedere poartă numele de vedere mozaic. şi celelalte organe de simț sunt destul de bine dezvoltate. Astfel, simțul pipăitului, al gustului şi în special al mirosului sunt percepute de celule specializate în acest sens, care se găsesc pe antene şi pe anumite piese bucale. Sistemul nervos este ganglionar scalariform şi aşezat ventral, ca şi la celelalte nevertebrate. Spre deosebire de ganglionii cerebroizi, subesofagieni şi toracici (3 perechi), ganglionii abdominali alcătuiesc de cele mai multe ori o masă nervoasă, de la care pornesc filete nervoase pentru diferite organe abdominale. Tubul digestiv este adaptat pentru hrana vegetală sau animală. Ca anexe ale tubului dugestiv au numai galandele

salivare; hepatopancreasul lipseşte. Respirația se realizează prin trahei. Aparatul circulator este asemanator cu cel de la arahnide şi miriapode (inima tubulară alcătuită din mai multe ventricule, vase sangulare deschise şi sistem lacunar). Sângele este incolor, neavând rol în respirație, transportă numai substanțele hrănitoare şi pe cele de excreție. Excreția se face prin tuburi Malpighi, formațiuni întâlnite şi la celelalte artropode, cu deosebirea că aici sunt în număr mai mare.

Sexele sunt separate. Din ouă, care conțin foarte puțin vitelus nutritiv, ies larve care trec prin mai multe stadii de dezvoltare, năpârlind în acest timp de mai multe ori. Astfel, la unele insecte (hemimetabole), stadiile de dezvoltare sunt urmatoarele: ou, larvă şi apoi adult. Acest mod de dezvoltare poartă numele de metamorfoză incompletă. La altele (holometabole) se trece de la stadiul de larvă, la un stadiu imobil de nimfă sau pupă, şi apoi la forma de adult. Aceasta este o forma cu metamorfoza completă şi este o formă mai dezvoltată decât metamorfoza incompletă.

Subfilumul Hexapoda este format din două clase: Entognatha şi Insecta. Entognatele sunt insecte caracterizate prin lipsa primară a aripilor, care apar abia la insectele superioare. Lipsa primară a aripilor este corelată cu dezvoltarea de tip ametabol, prezența unor resturi de apendice abdominale, sistem respirator trahean primitiv; primitivitatea se reflectă şi în alcătuirea aparatului digestiv şi al celui reproducător.

Entognatele cuprind trei ordine: Collembola, Diplura şi Protura.

Clasa Insecta este împărțită în două subclase: Apterygota (cu ordinele Archeognatha, Tysanura şi exctinctele Monura), şi Pterygota (infraclasele Paleoptera şi Neoptera).

Paleopterele reunesc ordinele Ephemeroptera (efemeride) (fig. 59) şi Odonata (libelule). Neopterele numără 26 ordine: Blattaria, Isoptera, Mantodea (călugărițe), Dermaptera, Plecoptera, Orthoptera (cosaşi, greieri, lăcuste) (fig. 60), Phasmatodea, Embioptera, Zoraptera, Grylloblattodea, Mantophasmatodea, Pscopoptera, Tysanoptera (tripşi), Phthiraptera, Hemiptera (ploşnițe) – toate în Infraclasa Exopterygota; Hymenoptera (viespi, albine, furnici), Coleoptera (gândaci) (fig. 61), Strepsiptera, Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera, Mecoptera, Siphonaptera, Diptera (muşte, țânțari), Trichoptera (carabeți), Lepidoptera (fluturi, omizi) – toate în Infraclasa Endopterygota.



Fig. 59. Efemeropter (*Baetis* sp.)
(foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 – Predeluț, județul Braşov)



Fig. 60. Ortopter (foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 – plaja Corbu, județul Constanța)



Fig. 61. Coleopter (foto Mala Stavrescu-Bedivan, iulie 2010 – com. Gornet-Cricov, județul Prahova)

SUPRAFILUM LOPHOPHORATA

În clasificări mai vechi, Lophophorata (Tentaculata) este notat ca filum; în sistematica recentă se regăsesc două variante – Lophophorata ca suprafilum, ce include încrengăturile Phoronida, Brachiopoda, Entoprocta (pseudocelomate, v. Cap. 5) şi Bryozoa (Ectoprocta); Lophotrochozoa ca suprafilum, ce include grupul lofoforatelor, alături de filumuri precum Sipuncula, Mollusca, Annelida, Echiura şi Nemertea.

Lofoforatele sunt unite de prezența unui *lofofor* – pliu al peretelui corpului, circular sau în formă de potcoavă, cu numeroase tentacule goale, ciliate, în care pătrund diverticule celomice. Ciliatura determină un curent de apă aducător de organisme planctonice, reținute şi conduse la gură. Tubul digestiv este curbat în forma literei U, având orificiul anal plasat în vecinătatea

gurii. Nutriția este microfagă. Trăiesc în mediul marin şi numai foarte puține specii în mediul dulcicol. Dezvoltarea se face cu metamorfoză.

Poziția acestor animale în arborele filogenetic al nevertebratelor este încă subiect de discuție pentru zoologi. Dacă majoritatea încadrează lofoforatele printe protostomieni, sunt şi studii care sugerează plasarea alături de deuterostomieni (la unele branchiopode celomul naşte prin enterocelie), sau chiar indică parafiletismul.

FILUM PHORONIDA

Reuneşte animale vermifore care trăiesc în tuburi membranoase, încrustate cu granule de nisip, din care scot capătul superior al corpului (ce se termină cu un lofofor cu două şiruri de tentacule, al căror număr variază în funcție de specie şi vârstă). Se cunosc 20 de specii, cuprinse în două genuri: *Phoronis* şi *Phoronopsis*. Sunt răspândite în aproape toate mările, la adâncimi mari (chiar 400 m). Pot atinge şi 50 cm lungime, dar în diametru nu depăşesc câțiva mm. Cea mai mică specie este *Phoronis ovalis* (6 mm lungime), formă colonială, fixată pe cochilii de stridii.

Corpul are trei regiuni: superioară (include lofoforul), medie (de formă cilindrică), inferioară (dilatată). Între cele două şiruri de tentacule se află gura, acoperită de o cută pieloasă. În profunzimea lofoforului se află papila anală, pe laturile căreia se deschid porii nefridiali. În zonele mediană şi inferioară nu există niciun fel de apendice sau deschideri. Sistemul nervos, situat imediat sub

epidermă, este format dintr-un ganglion nervos şi un inel nervos. Sunt animale hermafrodite, cu dezvoltare indirectă. Se pot reproduce şi asexuat, prin fragmentarea transversală a trunchiului şi regenerarea părților care lipesesc.

FILUM BRAHIOPODA

Sunt tentaculate fixate, exclusiv marine, cu aspect de moluscă bivalvă. Au corpul apărat de două valve inegale: una dorsală, mai mică şi mai plană, alta ventrală, mai mare şi mai bombată; acestea pot fi unite printr-o țâțână (Ecardina) sau cu ajutorul unor muşchi. Fixarea de substrat se asigură cu ajutorul unui peduncul. Între cele două valve se aflǎ corpul moale, prevăzut cu două răsfrângeri ale peretelui corpului (una ventrală, cealaltă dorsală), iar în interior închid un spațiu – cavitatea paleală, în care se găsesc două brațe prevăzute cu tentacule ciliate (lofoforul).

Au dimensiuni al corpului între 5 mm şi 8 cm, dar formele extincte (99% din brahiopodele înregistrate) se pare că puteau depăşi 38 cm.

În schemele mai vechi de clasificare, brahiopodele erau divizate în două subclase (clase, după alți autori): Ecardina (Inarticulata) şi Testicardina (Articulata). În ultimii ani, analiza morfologică a formelor fosile şi actuale, coroborată cu studii genetice, a condus la modificări taxonomice.

Williams şi colab. (2000) împart acest filum în trei subfilumuri (Linguliformea, Craniformea, Rhynchonelliformea), opt clase şi 26 ordine. La

sfârşitul paleozoicului, diversitatea brahiopodelor a suferit un profund declin. Astfel, numai cinci ordine din trei clase au reprezentanți actuali.

FILUM BRYOZOA (ECTOPROCTA)

Este un grup de prostostomieni eucelomați, acvatici, coloniali, ramificați arborescent sau cu aspect crustos. Indivizii (zoizii) sunt formați dintr-o parte protectoare (zoecia) care adăposteşte polipidul (care poate degenera ca un corp brun). Coloniile au 1 până la mai mulți cm diametru. Zoecia are un orificiu (zoecial) prin care polipidul poate ieşi, prevăzut cu un dispozitiv de închidere (opercul). În jurul orificiului bucal se află o coroană de tentacule, circulară sau în formă de potcoavă. Anusul se deschide în afara coroanei de tentacule.

Sistemele circulator, respirator şi excretor lipsesc. Respirația este tegumentară. Se hrănesc cu alge şi particule organice. Sunt hermafrodite, majoritatea vivipare. Reproducerea asexuată se face prin înmugurire, sau prin statoblaste (muguri de rezistență la frig şi uscăciune).

Ectoproctele au apărut în ordovian, având ca perioadă de maximă înflorire mezozoicul. În prezent se cunosc 8000 specii de briozoare, grupate în trei clase: Stenolaemata, Gymnolaemata şi Phylactolaemata.

RAMURA DEUTEROSTOMIA

FILUM ECHINODERMATA

Cuprinde un grup exclusiv marin, format din circa 7000 de specii eucelomate, deuterostomiene. Sunt detritofage sau răpitoare, prezente în toate mările şi la toate adâncimile, din zona litorală până la peste 6000 m adâncime. Majoritatea se deplasează pe fundul apei, altele sunt fixate, iar o mică parte s-au adaptat la viața pelagică. În distribuția echinodermelor, un rol important dețin temperatura, salinitatea şi curenții, care participă la disemniarea larvelor.

Echinodermele au simetrie primar bilaterală (stadiile larvare) şi secundar pentaradiară (juvenili, adulți). Dintre numeroasele caractere unice ale echinodermelor, poate cea mai remarcabilă este simetria radiară ce pare căpătată secundar de la strămoşul lor ancestral. Echinodermele sunt singurele animale care îşi încep existența cu simetrie bilaterală a larvei, care prin metamorfoză se transformă într-una radiar simetrică a adultului. Sunt animale unisegmentate neavând o regiune cefalică. Posedă mai degrabă un ax oral-aboral decât unul antero-posterior.

Celomul este de origine enterocelică. Celomul larvar trimer, format din axocel, hidrocel şi somatocel devine la adult o cavitate spațioasă rezultată din somatocelul larvar. Tot din somatocel derivă sistemul perihemal şi gonocelul.

Se caracterizează prin prezența constantă a unui schelet hipodermic calcaros (de origine mezodermică), cu structură şi constituție variabilă, de la

clasă la clasă: țepi rigizi, scheletici (de unde derivă şi numele încrengăturii), spiculi, plăci libere, plăci articulate sau sudate între ele etc.

Scheletul ambulacrar este cel mai caracteristic şi particular dispozitiv intern apărut în evoluția animală şi este derivat din hidrocelul larvar stâng. Sistemul nervos regresat şi neganglionizat este format din ganglioni nervoşi intraepidermici. Există două sisteme nervoase corelate între ele, unul ectoneural şi altul hiponeural. Tubul digestiv primitiv şi tubular este adaptat la unele grupe la dispoziția radiară prin emiterea de diverticule. Cu excepția ofiuridelor, la care anusul lipseşte, tubul digestiv este complet. *Gura nu derivă din blastopor, ci este o neoformație, ceea ce denotă apartenența echonodermelor la grupul Deuterostomienilor*. Atunci când există un aparat bucal acesta este de un tip special (lanterna lui Aristot). Sistemul circulator este reprezentat prin sisteme originale cu dispoziție radiară (sistemul hemal şi perihemal). Inima lipseşte. Adaptările respiratorii sunt diferite, fiecare grup incluzând dispozitive speciale: branhii tegumentare, organe arborescente, saci branhiali, suprafețe respiratorii ale podiilor. Sistemul excretor lipseşte. Dioicia este aproape generală, iar gonadele şi gonoductele sunt simple. Fecundația este în general externă. Dezvoltarea cu metamorfoză presupune un stadiu larvar numit dipleurulă, planctonică şi ciliată ce evoluează apoi în larve planctonice caracteristice fiecarei clase.

Cele două subfilumuri majore ale echinodermelor sunt: mobilele Eleutherozoa (Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea) şi sesilele Pelamtozoa (Crinoidea, Paracrinoidea).

Clasa Asteroidea (1800 de specii, 7 ordine) cuprinde echinoderme primitive cunoscute popular sub denumirea de stele de mare. Au corpul în formă de stea, compus dintr-un disc central şi brațe; la baza lor, brațele se ating prin marginile laterale şi nu există o limită distinctă între disc şi acestea. La speciile din genul *Heliaster* numărul brațelor poate ajunge la 40. De la gură, situată în centrul feței orale, pleacă şanțuri ambulacrare, pe fața medio-ventrală a brațelor (fig. 62). Anusul (dacă există) se află în centrul feței aborale. Placa madreporică este situată inter-radiar. Sunt animale carnivore. Stelele de mare deschid scoicile fixând pedunculii ambulacrari de valve, pe care le întind până când, în cele din urma, moluscul oboseşte. Dupa aceasta steaua îşi întoarce stomacul peste pradă, digerand-o astfel în afara corpului. Curățirea corpului se face cu ajutorul unor cleştişori (pedicelarii), care provin din transformarea unor spini de pe corp şi se găsesc în număr mare în jurul gurii.

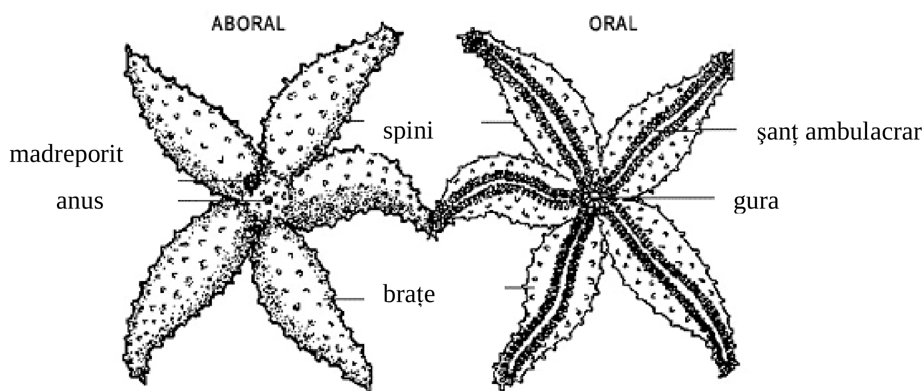


Fig. 62. Fața aborală (stânga) şi fața orală (dreapta) la stele de mare (adaptare după http://tolweb.org/Asteroidea, BIODIDAC)

Clasa Ophiuroidea (1900 de specii, 2 ordine) include un grup de echinoderme strâns înrudite cu asteridele. Sunt cunoscute din silurianul superior, fiind astăzi printre cele mai numeroase echinoderme. Au corpul în formă de stea, dar brațele sunt înguste, cu aspectul unor cozi de şarpe, de unde şi denumirea populară de şerpi de mare.

Brațele sunt delimitate strict în zona de legătură cu discul central, sunt foarte mobile şi au schelet solid. Fața aborală este complet acoperită cu plăci scheletice şi spini. Anusul lipseşte, iar tubul digestiv şi glandele genitale nu pătrund în brațe, aşa cum se întâmplă la stelele de mare. Sistemul digestiv este asemănător asteroidelor; prada, dusă la gură (fig. 63) de brațe, este ruptă de maxilele calcare. Nu au placă madreporică. Se întâlnesc din mările reci până în zonele ecuatoriale, ajungând la adâncimi de sute de metri.

Clasa Echinoidea (800 de specii, 2 subclase – Regularia şi Irregularia, 13 ordine) este formată din echinoderme cu corpul globular, mai mult sau mai puțin dorso-ventral la cei doi poli şi acoperit de un număr mare de țepi, de unde şi denumirea populară de arici de mare. Nu au brațe. Scheletul rigid este alcătuit din plăci calcaroase juxtapuse şi fuzionate. Țepii sunt mobili şi picioruşele dispuse pe cele cinci zone ambulacrare mediane. Aricii de mare din subclasa Regularia (*Echinus*), au corpul globulos sau discoidal, gura fiind întotdeauna situată la polul aboral.

Formele din subclasa Irregularia (*Clypeaster*) sunt mai mult sau mai puțin turtite, iar orificiul anal migrează pe o latură a corpului şi chiar pe fața

orală; gura este excentric. Zonele ambulacrare sunt restrânse numai pe fața aborală, luând aspect petaloid. De aceea, simetria pentaradiară de la Regularia devine bilaterală la Irregularia.

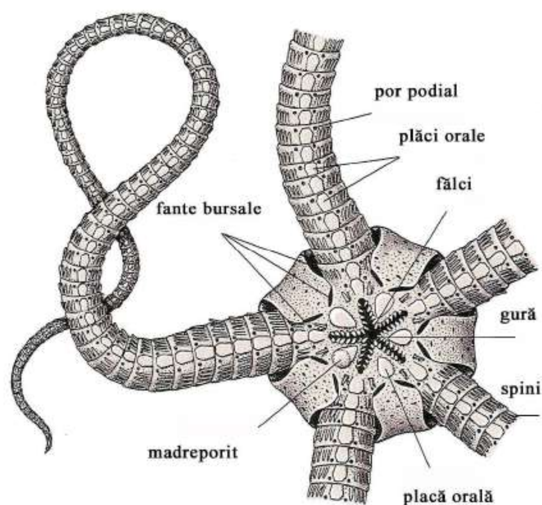


Fig. 63. Morfologia feței orale a unui ofiurid (după Hickman şi colab., 1997)

Clasa Holothuroidea (600 de specii, 3 subclase, 6 ordine) cuprinde forme curioase, cunoscute sub denumirea de castraveți de mare. Au cea mai mare talie printre echinodermele actuale, corpul unor specii ajungând chiar şi la 1 m.

Au o vechime mai mare decât a asteridelor, ofiuridelor şi echinidelor, datând din cambrian. Se caracterizează prin dispariția scheletului calcaros, au corpul alungit, cu orificiile bucal şi anal deschizându-se anterior, respectiv posterior. La unele specii, în jurul orificiului bucal se găsesc tentacule

ramificate, iar pe corp pot exista protuberanțe. Simetria radiară primară este alterată de simetria bilaterală. Holoturidele se deplasează pe fundul mărilor prin mişcări de târâre.

Clasa Crinoidea (peste 600 de specii, o singură subclasă cu reprezentanți actuali – Articulata, cu două ordine) cuprinde echinoderme primitive cunoscute popular sub denumirea de crini de mare.

Diversitatea şi apogeul l-au avut în paleozoic, în prezent fiind în declin. Au corpul în formă de caliciu, fixat în tot timpul vieții sau cel puțin în perioada dezvoltării, cu ajutorul unui peduncul (suport) aboral. De pe marginea caliciului pornesc cinci brațe subțiri, ramificate dihotomic şi mobile; ele poartă pinule Gura şi anusul sunt plasate pe fața superioară a caliciului. Scheletul este alcătuit din plăci calcare sudate între ele în caliciu şi articulate în brațe şi peduncul.

FILUM HEMICHORDATA

Reuneşte animale marine, cu corpul alcătuit din protosomă, cu celom impar, meso- şi metasomă cu celom par, stomocord endodermic (analog cu notocordul cordatelor prin structura vacuolară a celulelor sale), sistem nervos cu tendința de a se concentra dorsal, iar în regiunea posterioară şi un cordon ventral. Unele (Enteropneusta) sunt libere şi trăiesc pe fundul mâlos al mării (fig. 64), iar altele (Pterobranchia) trăiesc fixate. Hemichordatele nu sunt considerate cu adevarat cordate (le lipseşte un notocord veritabil), deşi sunt chiar foarte apropiate (prin prezența fantelor faringiene şi structura nervului

colar). Unele studii evolutive bazate pe cercetarea ADN-ului sugerează ca hemichordatele ar fi mai apropiate de echinoderme decat de chordate. Această ipoteză este susținută şi de faptul că larvele unora din hemichordate seamănă foarte mult cu cele ale unor echinoderme.

Pterobranchialele sunt foarte diferite de Enteropneusta; formează colonii în care indivizii sunt interconectați prin stoloni (fig. 65). Indivizii, sau zooizi, sunt deseori de dimensiuni submilimetrice. Trompa nu este alungită, ci în forma de scut. A doua diviziune a corpului poartă o pereche de tentacule branchiale, ce colectează particule mici din apă. Au o singură deschidere branchială. Aproape toate speciile de pterobranchiale trăiesc într-o rețea de tuburi, numită coenecium. Aceste tuburi sunt construite pe baza unei proteine de colagen, secretată de o glandă specială din trompă.

Ceea ce este considerată acum a fi cea de-a treia clasă de hemiochordate, Graptolithina (sau graptoliții), are o istorie disputată.



Fig. 64. *Balanoglossus* sp.
(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balanoglossus_01.png)

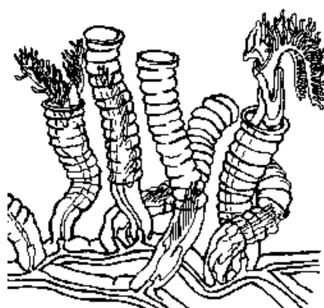


Fig. 65. Colonie de pterobranhiale
(http://www.geo.edu.ro/~sedim/Stratigrafie/graptoliti%20ordov.html)

Graptoliții sunt întâlniți ca fosile în rocile din ordovician şi silurian. Multe fosile de graptoliti aratau exact niste mici “fierastraie”.

Spre deosebire de rudele lor pterobranhialele, care în mod tipic se încrustează pe roci sau cochilii, cei mai multi graptoliți se consideră a fi planctonici, plutind sau afundându-se încet prin apă.

FILUM POGONOPHORA

Pogonoforele (circa 100 de specii) constituie unul dintre grupele de animale descoperite cel mai recent, cu caractere aşa de particulare, încât apropierea lor mai strânsă de grupele de animale cunoscute întâmpină greutăți serioase. De aceea s-a creat pentru acest grup un filum aparte. Totuşi, o clasificare mai nouă încadrează aceste animale în familia Siboglidae, clasa Polychaeta, filum Annelida. De altfel, prima specie (*Siboglinum caulleryi*), descrisă de Caullery în 1914 (cit. de Firă şi Năstăsescu, 1977), a fost introdusă între polichetele tubicole. Trăiesc în tuburi pe care şi le secretă singure. Populează regiunile abisale (până la 9000 m). În ceea ce priveşte răspândirea geografică, pogonoforele au fost găsite în număr mare în emisfera nordică, în părțile nordice ale Oceanului Pacific, în nordul Oceanului Atlantic şi în Oceanul Înghețat de Nord.

Au dimensiuni cuprinse între 10-85 cm şi simetrie bilaterală.

Complet lipsite de pigment, sunt translucide sau albicioase. Ca şi la unele oligochete, prin transparenţă se văd vasele de sânge roşii, precum şi unele organe în nuanțe diferite.

Corpul pogonoforelor este alcătuit din trei regiuni succesive: protosoma, mezosoma şi metasoma. Aceasta din urmă care reprezintă cea mai mare parte a corpului şi este întotdeauna bine delimitată de mezosomă printr-un şanț. Protosoma şi mezosoma sunt însă adesea contopite şi nu pot fi delimitate după aspectul exterior. Protosoma, segmentul cel mai scurt al corpului, are o prelungire dorsală anterioară numită lob cefalic şi un număr de tentacule variind între 1 şi 223. Tentaculele sunt prevăzute pe una din fețele lor cu numeroase prelungiri lungi şi foarte subțiri, numite pinule. Când sunt mai multe, tentaculele sunt dispuse ordonat unele lângă altele, în cerc sau în spirală, luând la exterior aspectul de barbă. Fiind lipsite de tub digestiv, se hrănesc cu microorganisme colectate de tentacule şi digerate în zona pinulelor, de unde hrana este absorbită. Respirația se face tot prin tentacule. Sistemul circulator este dezvoltat şi de tip închis. Mezosoma are pe suprafața sa numai două creste ventrale, dispuse oblic în aşa fel încât formează un V cu unghiul posterior. Metasoma, foarte lungă în raport cu celelalte părți ale corpului, are pe suprafața sa numeroase organe de fixare şi de locomoție, unele sub formă de papile, care sunt numeroase în jumătatea proximală a metasomei. Pe aceasta se găsesc şi orificiile genitale: la mascul în strânsă apropiere de mezosomă, iar la femelă cam pe la jumătatea metasomei. Sexele sunt separate.

FILUM CHAETOGNATHA

Cuprinde deuterostomieni cu simetrie bilaterală, cu celom trimer. Sunt animale mici, de 2 mm-12 cm lungime, cu aspect pisciform, prevăzute în regiunea bucală cu peri sau cârlige chitinoase, care le servesc drept fălci pentru apucarea hranei. De aici, denumirea de Chaetognatha, care s-a dat acestui grup. Există circa 120 specii actuale, ce aparțin la 20 de genuri, dintre care cităm pe *Sagitta, Eukrohnia, Spadella.* Corpul, aproximativ cilindric este împărțit în trei regiuni: cap, trunchi şi coadă.

Capul (fig. 66) este mai umflat decât regiunea vecină a trunchiului, având o formă rotundă şi protejat de un pliu al tegumentului, ca un fel de guler larg, numit capă cefalică. Subterminal, pe fața ventrală se găseşte gura, înarmată de o parte şi de alta cu câte o falcă prevăzută cu peri sau cârlige chitinoase. Capul are pe fața dorsală doi oceli. Trunchiul este lung, cilindric sau fuziform, constituind partea cea mai mare a corpului. La limita posterioară a trunchiului se găseşte orificiul anal. Coada este partea din corp care se prelungeşte în urma orificiului anal, subțiindu-se treptat; extremitatea ei este înconjurată de o înotătoare codală. Toate înotătoarele sunt susținute de raze. Corpul este transparent ca sticla. Nu au sistem circulator, respirator şi excretor. Sunt hermafrodite. Fecundația este încrucişată (*Spadella*) sau există autofecundație (*Sagitta*), ceea ce aminteşte de spongieri.

Chetognatele sunt animale planctonice foarte agile, înotând cu mare iuțeală prin mişcările corpului şi cu ajutorul înotătoarelor, din care cauză se şi

numesc „săgeți de mare”. Sunt răpitoare, hrănindu-se cu nevertebrate planctonice, în special crustacee. Uneori atacă şi mici peştişori. Trăiesc în toate mările temperate şi reci, cu mici excepții şi adesea sunt în cantități aşa de mari, încât constituie o parte importantă a hranei peştilor şi a balenelor.



Fig. 66. Cap de *Sagitta* sp. (http://pharyngula.org/images/chaetognathhead.jpg)

REZUMAT

Eucelomatele sunt acele metazoare la care celomul prezintă pereți proprii: o foiță parietală, somatopleura, şi una viscerală, splanchnopleura; includ o mare diversitate de triploblastice (protostomieni dar şi deuterostomieni), grupate în filumurile: Mollusca, Sipunculida, Echiurida, Anelida, Onychophora, Tardigrada, Pentastomida, Arthropoda, Tentaculata, Echinodermata, Chaetognata, Pogonophora. Capitolul 5 reuneşte categorii de organisme foarte variate (de la binecunoscutele râme până la interesantele tardigrade). O pondere însemnată ocupă artropodele, cea mai mare unitate sistematică a regnului animal. Acestea cuprind chelicerate, crustacee inferioare şi superioare, miriapode, insecte. Echinodermele, deuterostomieni cu simetrie

pentaradiară, prezintă caracteristici originale față de alte viețuitoare, care le fac unice în rândul nevertebratelor.

ÎNTREBĂRI

1. Descrieți organizarea moluscului primitiv!
2. Care sunt straturile care intră în compoziția cochiliei la gasteropode?
3. Dați exemple de adaptări la hrănire în cadrul claselor de moluşte!
4. Ce asemănări se pot stabili între filumurile Annelida şi Arthropoda?
5. De ce sunt artropodele un grup de succes?
6. Prin ce caractere echinodermele îşi dovedesc unicitatea în lumea nevertebratelor?

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Bruyne, R.H., 2004. The complete encyclopedia of shells. Informative text with hundred of photographs. Rebo Publishers, The Netherlands, 336 p.
2. Firă, V. Năstăsescu, M., 1977. Zoologia nevertebratelor. Ed. Didact. Pedag., Bucureşti, 406 p.

- http://www.biol.paisley.ac.uk/Courses/Tatner/biomedia/units/moll10.htm
- http://wikipedia.org
- http://www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=24.25.312.328
- http://www.geo.edu.ro/~sedim/Stratigrafie/Trilobit.html

BIBLIOGRAFIE GENERALĂ

1. Aioanei, F., 2003. Zoologia nevertebratelor. Partea I: Protozoa. Seria Biologie-Agricultură, proiect Leonardo da Vinci RO/01/B/F/PP 141072, Bucureşti, ISBN 973-0-03117-7, 120 p.
2. Aioanei, F., Stavrescu-Bedivan, M.-M., 2009. Aspecte de ecologie a unor grupe de paraziți la specii de peşti dulcicoli din fauna României. Edit. Universității din Bucureşti, 232 p., ISBN 978-973-737-778 -4.
3. Anderson, D. T., 1982 – Origins and relationships among the animal phyla. *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, 106 (2): 151-166.
4. Barnes, R. D., 1987. Invertebrate Zoology. Fifth Edition. Saunders College Publishing, New York, 893 p.
5. Bergquist, P. R., 1978. Sponges. Hutchinson and Co., London. 268 p.
6. Blaxter, M., Elsworth, B., Daub, J., 2003. *DNA taxonomy of a neglected animal phylum: an unexpected diversity of tardigrades. Biol. Lett. 271, S189–S192.*
7. Bouchet P., Rocroi J.-P., Frýda J., Hausdorf B., Ponder W., Valdés Á., Warén, A., 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia: International Journal of Malacology* (Hackenheim, Germany: ConchBooks) 47 (1-2): 1–397.

8. Bruyne, R. H., 2004. The complete encyclopedia of shells. Informative text with hundred of photographs. Rebo Publishers, The Netherlands, 336 p.
9. Cheng, C. T., 1974. General parazitology. Academic Press., Inc., New York, London.
10. Chiriac, E., 1975. Parazitologie generală. Edit. Didact. Pedag., Bucureşti.
11. Clark, R. B., 1964. Dynamics in Metazoan Evolution *Clarendon Press, Oxford*.
12. Clarkson, E. N. K. 1998. *Invertebrate Palaeontology and Evolution*. 4th ed. Blackwell, NYC.
13. Codreanu, R, 1970. Grands problèmes controversés de l´ évolution phylogénétique des Métazoaires. *Ann. Biol*., 9 (11-12): 671-709.
14. Conway M. S., George, J. D., Gibson, R., Platt, H. M., 1985. The Origin and Relationship of lower Invertebrates. *Systematics Association Spec.* Vol. No. 28. *Clarendon Press, Oxford*, 394 p.
15. Corliss, J. O., 1979. The Ciliated Protozoa. Characterization Classification and Guide to the Literature. Second Edition. Pergamon Press. Oxford New York Toronto Sydney Paris Frankfurt, 455 p.
16. Firă, V. Năstăsescu, M., 1977. Zoologia nevertebratelor. Ed. Didact. Pedag., Bucureşti, 406 p.

17. Giribet, G., Okusu, A, Lindgren, A. R., Huff, S.W., Schrödl, M, Nishiguchi, M. K., 2006. Evidence for a clade composed of molluscs with serially repeated structures: monoplacophorans are related to chitons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (20): 7723–7728
18. Grassé, P. P., Poisson, R., Tuzet, O., 1970. Zoologie I. Invertebrés. *Masson et C-ie Editeurs, Paris, 2-e ed*.
19. Grell, K. G., 1972. Formation of eggs and cleavage in *Tricoplax adherens* F. E. Schulze. Z. Morphol. Tiere, 73 (4): 297-314.
20. Haeckel, E., 1874. The gastrea-theory, the phylogenetic classification of the Animal Kingdom and the homology of the germ-lamelle. *Q. J. Micr. Sci*., 14: 223-247.
21. Hanson, E. D., 1977. The Origin and Early Evolution of Animals. *Wesleyan University Press, Middletown, Conn.* 670 p.
22. Hentschel, J. Hündgen, M., 1980. Morphologie und Ultrastruktur des Scyphistoma *Aurelia aurita* (Scyphoyoa, Semaestomae). *Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontol. Tiere*., 104: 295-316.
23. Hickman, C. P., Hickman, F. M., Kats, L., 1997. Laboratory studies in Integrated Principles of Zoology. Ninth Edition. WCB McGraw-Hill, 453 p.
24. Kaestner, A., 1969. Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Ed. I., Wirbellose, I. Teil. *WEB Gustav Fischer Verlag, Jena.*

25. Năstăsescu, M., Suciu, M., Aioanei, F., 1998. Zoologia Nevertebratelor. Manual de lucrări practice. P. I. Edit. Univ. Bucureşti.

26. Nechifor M., 2002. Biologie şi patologie celulară. Vol. 1. Ed. Ars Docendi, Bucureşti.

27. Patterson, D. J., 1981. The behavior of cilia on ciliates. J. Biol. Educ., 15:193-202.

28. Ponder, W., Lindberg D. R., 1997. Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society* 119(2): 83-265.

29. Radu, V. Gh., Radu, V. V., 1967. Zoologia nevertebratelor. Vol. II. Edit. Didact. Pedag. Bucureşti.

30. Runnegar, B., Pojeta, J., 1974. Molluscan phylogeny: the paleontological viewpoint. *Science* 186 (4161): 311–7.

31. Ruppert, E. E., Fox, R. S., Barnes, R. D., 2004. Invertebrate zoology. A functional evolutionary approach. Seventh Edition. Thomson Brooks/Cole, 963 p.

32. Russel-Hunter, W. D., 1968. Current concepts in biology series. A biology of higher invertebrates. The Macmillan Company. Collier-Macmillan Canada Ltd., Toronto, Ontario, 224 p.

33. Salvini-Plawen, L. V., 1978. On the origin and evolution of the lower Metazoa. *Z. Zool. Syst. Evolutionforsch.*, 16: 40-88.

34. Stavrescu-Bedivan, M. M., Gutue, M., Giurginca, A., Popa, O. P., Adam, C., Aioanei, F. T., Crețu, I., 2010. Preliminary data concerning some invertebrate biodiversity component for Predeluț-Bran region – an example of interdisciplinary team in biological practice. Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A, Vol. L III: 529-534.
35. Stearn, C. W., 1975. The stromatoporoid animal. *Lethaia*, 8: 89-100.
36. Tuzet, O., 1963. The phylogeny of sponges according to embryological, histological, and serological data, and their affinities with the Protozoa and the Cnidaria. *In* Ellsworth C. Dougherty (Eds), 1985: *The Lower Metazoa. Comparative Biology and Phylogeny*, p. 129-150. Univ. California Press.
37. Williams, A, Carlson, C.H.C, Brunton, S.J, 2000. Outline of Suprafamilial Classification and Authorship. *In* Williams, A., Carlson, C.H.C, Brunton, S.J. *Brachiopoda*. Geological Society of America and the University of Kansas. p. XXXIX-XLV.

- Enciclopedia in limba engleză "Microsoft Encarta 1998 Encyclopedia"
- www.answers.com
- http://www.biol.paisley.ac.uk/Courses/Tatner/biomedia/units/moll10.htm
- http://www.descopera.ro/dexcopera/4438049-trilobitii
- www.encyclopedia.com
- http://www.geo.edu.ro/~sedim/Stratigrafie/Trilobit.html

- http://www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=24.25.312.328http://www.palaeos.com/Invertebrates/Molluscs/BasalMollusca/Aplacophora/Solenogastres.html
- http://wikipedia.org